



# sollar 100

“ŞOLLAR-BAKİ SU QURĞULAR KOMPLEKSİNİN”  
100 İLLİYİNƏ HƏSR OLUNMUŞ

## “SU EHTİYATLARI, HİDROTEKXNİKİ QURĞULAR VƏ ƏTRAF MÜHİT”

MÖVZUSUNDA

BEYNƏLXALQ  
ELMİ-PRAKTİKİ KONFRANSIN  
MATERIALLARI

15-16 MART 2017-Cİ İL, BAKI, AZƏRBAYCAN

DEDICATED TO THE 100<sup>th</sup> ANNIVERSARY OF SHOLLAR-BAKU WATER PLANTS

## WATER RESOURCES, HYDRAULIC FACILITIES AND ENVIRONMENT MATERIALS

THE INTERNATIONAL  
SCIENTIFIC-PRACTICAL CONFERENCE

15-16 MARCH 2017, BAKU, AZERBAIJAN

# 1

**“AZƏRSU” AÇIQ SƏHMDAR CƏMİYYƏTİ**

**“Şollar-Bakı Su Qurğular Kompleksinin”**

**100 illiyinə həsr olunmuş**

**“SU EHTİYATLARI,  
HİDROTEKXNİKİ QURĞULAR  
VƏ ƏTRAF MÜHİT”**

**mövzusunda**

**BEYNƏLXALQ  
ELMİ-PRAKTİKİ KONFRANSIN  
MATERİALLARI**

***I HİSSƏ***

***15-16 mart 2017-ci il, Bakı şəhəri, Azərbaycan***

**Bakı – 2017**

**Təşkilat komitəsinin sədri:**

**Qorxmaz Hüseynov**

*“Azərsu” Açıq Səhmdar Cəmiyyətinin sədri*

**Təşkilat komitəsinin üzvləri:**

**Cabbarov T.M., Məmmədov E.K., Quliyev M.B., Abdullayev Ç.Ə., İmanov F.Ə., Əbilov F.A., Fətəlizadə R.N., Bağırılı R.N., İsmayılov R.A., Məmmədova C.A.**

**Redaksiya heyəti:**

**Qədirov F.Ə. (Azərbaycan), Mahmudov Y.M. (Azərbaycan), Abdullayev Ç.Ə. (Azərbaycan), Abou Elseoud. A. (Misir), Angelakis A.N. (Yunanıstan), Ali Asghar Semsar Yazdi (İran), Brilly Mitja (Sloveniya), Bolqov M.V. (Rusiya), Dubenok S.A. (Belarus), Chen Minjian (Çin), Çubukova R.A. (Rusiya), Despotovic Jovan (Serbiya), Doğan Altınbilək (Türkiyə), Əbilov F.A. (Azərbaycan), Əliyev Ə.İ. (Rusiya), İmanov F.Ə. (Azərbaycan), İsrəfilov Y.H. (Azərbaycan), Kuchar Leszek (Polşa), Kəlbiyev Y.A. (Azərbaycan), Kəngərli A.C. (Azərbaycan), Quliyev Ə.G. (Azərbaycan), Lopux P.S. (Belarus), Majayski Y.A. (Rusiya), Mahmudov R.N. (Azərbaycan), Məmmədov R.M. (Azərbaycan), Məmmədov V.A. (Azərbaycan), Metyus Meri (ABŞ), Radovanovic Milan (Serbiya), Qavardaşvili Qivi (Gürcüstan), İbrahimov K.F. (Azərbaycan).**

**Məsul katib – İsmayılov R.A.**

***Konfransın materialları müəlliflərin redaktəsi ilə düzəlişsiz çap olunur.***

“Şollar-Bakı Su Qurğular Kompleksinin” 100 illiyinə həsr olunmuş **“Su ehtiyatları, hidrotexniki qurğular və ətraf mühit”** mövzusunda beynəlxalq elmi-praktiki konfransın materialları. (15-16 mart 2017-ci il, Bakı şəhəri, Azərbaycan). I hissə. – Bakı: Mütərcim, 2017. – 456 səh.

ISBN: 978-9952-28-335-8

© “AZƏRSU” ASC, 2017

*Su nəinki həyat mənbəyidir, hətta həyatın özüdür.*

**Heydər Əliyev**

*Təmiz içməli su insan sağlamlığına verilən ən böyük töhfədir.*

**İlham Əliyev**





**“AZERSU” OPEN JOINT STOCK COMPANY**

**Dedicated to the 100<sup>th</sup> anniversary  
of “Shollar-Baku Water Plants”**

# **“WATER RESOURCES, HYDRAULIC FACILITIES AND ENVIRONMENT”**

**MATERIALS  
OF THE INTERNATIONAL SCIENTIFIC-PRACTICAL  
CONFERENCE**

***PART I***

***15-16 March 2017, Baku, Azerbaijan***

**Baku – 2017**

**Chairman Organizing Committee:**

**Gorkhmaz Huseynov**

*Chairman “Azersu” Open Joint Stock Company*

**Members of the organizing committee:**

**Jabbarov T.M., Mammadov E.K., Guliyev M.B., Abdullayev Ch.A., İmanov F.A., Abilov F.A., Fatalizade R.N., Bagirli R.N., İsmayilov R.A., Mammadova J.A.**

**Editorial board:**

**Gadirov F.A. (Azerbaijan), Mahmudov Y.M. (Azerbaijan), Abdullayev Ch.A. (Azerbaijan), Abou Elseoud. A. (Egypt), Angelakis A.N. (Greece), Ali Asghar Semsar Yazdi (Iran), Bolgov M.V. (Russia), Dubenok S.A. (Belarus), Chen Minjian (China), Chubukova R.A. (Russia), Despotovic Jovan (Serbia), Doğan Altinbilek (Turkey), Abilov F.A. (Azerbaijan), Aliyev A.İ. (Russia), İmanov F.A. (Azerbaijan), İsrailov Y.H. (Azerbaijan), Kuchar Leszek (Poland), Kelbiyev Y.A. (Azerbaijan), Kangarli A.J. (Azerbaijan), Guliyev A.G. (Azerbaijan), Lopuch P.S. (Belarus), Mazhayskiy Yu.A. (Russia), Mahmudov R.N. (Azərbaycan), Mammadov R.M. (Azerbaijan), Mammadov V.A. (Azerbaijan), Matthews, M.M (USA), Radovanovic Milan (Serbia), Gavardashvili Givi (Georgia), Ibrahimov K.F. (Azerbaijan).**

**Executive Secretary – İsmayilov R.A.**

*The conference materials are issued with the editing of authors without any correction.*

Dedicated to the 100<sup>th</sup> anniversary of “Shollar-Baku Water Plants” **“Water resources, hydraulic facilities and environment”** materials of the international scientific-practical conference. (15-16 March 2017, Baku, Azerbaijan). Part I. – Baku: Mutarjim, 2017. – 456 p.

ISBN: 978-9952-28-335-8

© “AZERSU” OJSC, 2017

***Water is not only the source of life but is life itself.***

**Heydar Aliyev**

***Pure drinking water is the greatest contribution to the human health.***

**Ilham Aliyev**



ОТКРЫТОЕ АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО “АЗЕРСУ”

Посвящается 100-летию

“Комплекса гидротехнических сооружений Шоллар-Баку”

**“ВОДНЫЕ РЕСУРСЫ,  
ГИДРОТЕХНИЧЕСКИЕ СООРУЖЕНИЯ  
И ОКРУЖАЮЩАЯ СРЕДА”**

**МАТЕРИАЛЫ  
МЕЖДУНАРОДНОЙ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОЙ  
КОНФЕРЕНЦИИ**

**ЧАСТЬ I**

*15-16 марта 2017 г., Баку, Азербайджан*

Баку – 2017

**Председатель**

**организационного комитета:**

**Горхмаз Гусейнов**

*Председатель Открытого Акционерного  
Общества “Азерсу”*

**Члены Оргкомитета:**

**Джаббаров Т.М., Мамедов Э.К., Гулиев М.Б., Абдуллаев Ч.А., Иманов Ф.А.,  
Абилов Ф.А., Фатализаде Р.Н., Багирли Р.Н., Исмаилов Р.А., Мамедова Д.А.**

**Редакционная коллегия:**

**Гадиров Ф.А. (Азербайджан), Махмудов Я.М. (Азербайджан), Абдуллаев Ч.А. (Азербайджан), Абоу Элсеуд. А. (Египет), Ангелакис А.Н. (Греция), Али Аскар Язди (Иран), Болгов М.В. (Россия), Дубенок С.А. (Беларусь), Чен Минжиан (Китай), Чубукова Р.А. (Россия), Деспотович Д. (Сербия), Доган Алтынбилек (Турция), Абилов Ф.А. (Азербайджан), Алиев А.И. (Россия), Иманов Ф.А. (Азербайджан), Ибрафимов Ю.Г. (Азербайджан), Кучар Лесзек (Польша), Келбиев Я.А. (Азербайджан), Кенгерли А.Д. (Азербайджан), Гулиев А.Г. (Азербайджан), Лопух П.С. (Беларусь), Мажайский Ю.А. (Россия), Махмудов Р.Н. (Азербайджан), Мамедов Р.М. (Азербайджан), Мамедов В.А. (Азербайджан), Мэтюс Мери (США), Радованович Милан (Сербия), Гавардашвили Гиви (Грузия), Ибрагимов К.Ф. (Азербайджан).**

**Ответственный секретарь – Исмаилов Р.А.**

***Материалы конференции напечатаны в авторской редакции без коррективов.***

Посвящается 100-летию “Комплекса гидротехнических сооружений Шоллар-Баку”  
“Водные ресурсы, гидротехнические сооружения и окружающая среда” материалы  
Международной научно-практической конференции. (15-16 марта 2017 г., Баку,  
Азербайджан). Часть I. – Баку: Мутарджим, 2017. – 456 стр.

ISBN: 978-9952-28-335-8

© ОАО “АЗЕРСУ”, 2017

***Вода не только источник жизни, вода и есть сама жизнь***

**Гейдар Алиев**

***Чистая питьевая вода является основной составляющей  
здорового образа жизни***

**Ильхам Алиев**





# MÜNDƏRİCAT

## I. Su təchizatı, tullantı suları və qədim – tarixi su qurğuları

<b>Hüseynov Q.C., İmanov F.Ə.</b>	KÜR ÇAYINDAN SU TƏCHİZATINDA İSTİFADƏ VƏ ONUN AXIMININ ANTROPOGEN DƏYİŞMƏSİ.....	30
<b>Niftəliyev R.Y.</b>	XX ƏSRİN ƏVVƏLLƏRİNDƏ ŞİMALİ AZƏRBAYCANDA İÇMƏLİ SU MƏNBƏLƏRİNİN AXTARIŞI TARİXİNDƏN: ŞOLLAR.....	36
<b>Həsənov H.N.</b>	HACI ZEYNALABDİN TAĞIYEV – BAKI SU TƏCHİZATI MƏSƏLƏLƏRİ XIX ƏSRİN SONU XX ƏSRİN ƏVVƏLLƏRİ.....	46
<b>Vahabova E.R.</b>	BAKI ŞOLLAR SU KƏMƏRİNİN TİKİNTİSİNİN BAKI ŞƏHƏR MƏTBUATINDA İŞIQLANDIRILMASI (XIX əsrin sonu-XX əsrin əvvəli).....	52
<b>Qafarova Z.A.</b>	ŞOLLAR SU KƏMƏRİNİN ÇƏKİLİŞİNDƏ BAKI ŞƏHƏR DUMASININ FƏALİYYƏTİNİN TARİXİ.....	69
<b>Sotic, A.V., Ivetic, M.V., Tausanovic, V.</b>	SU TƏCHİZATI SİSTEMLƏRİ ÜÇÜN RİSK TƏHLİL METODOLOGİYASI.....	76
<b>Illes L., Iritz L.</b>	SU TƏCHİZATI TƏKLÜKƏSİZLİYİ VƏ DAŞQINLAR.....	82
<b>Javier Suárez, Lorena Barberà, Guillem Gilabert-Oriol, Juan Carlos González, Jorge Pordomingo</b>	DƏNİZ SUYUNUN DUZSUZLAŞDIRILMASI SİSTEMİNİN İLKİN TƏMİZLƏMƏ KİMİ UF İLƏ İKİ İL İSTİSMAR TƏCRÜBƏSİ.....	87
<b>Qocamanov M.H., Qurbanov Ç.Z.</b>	MAGİSTRAL SU XƏTLƏRİNDƏ MÜMKÜN QƏZALARIN RİYAZİ MODEL ƏSASINDA AŞKARA ÇIXARILMASI VƏ TƏHLİLİ.....	98
<b>Əliyeva S.B., Məhərrəmov A.M., Əzizov A.Ə., Alosmanov R.M., Bünyadzadə İ.A.</b>	KRİSTAL BƏNÖVŞƏYİ BOYAQ MADDƏSİNİN SULU MƏHLULLARDAN TƏMİZLƏNMƏSİ ÜÇÜN KARBON MATERİALLAR ADSORBENT KİMİ.....	106
<b>Hacıyeva S.R., Rüstəmov N.X., Rüstəмова Ü.N.</b>	Cu(II), Ni(II) və Co(II) İONLARININ ŞOLLAR SUYUNDA EKSTRASIYALI-FOTOMETRİK TƏYİNİ.....	110
<b>Bulva A.D.</b>	MİNSK ŞƏHƏRİNİN SU TƏCHİZATI SİSTEMİNİN TƏHLİLİ VƏ QIYMƏTLƏNDİRİLMƏSİ.....	115
<b>Angelakis A.N.</b>	ƏSRLƏR BOYU YUNAN ŞƏHƏR SU TƏCHİZATI SAHƏLƏRİNDƏ TEXNOLOGİYALARIN TƏKAMÜLÜ.....	120
<b>Quliyeva G.A., Səttərzadə Y.V., Quliyeva M.Z.</b>	AZƏRBAYCAN RESPUBLİKASINDA İÇMƏLİ SUYUN SANİTAR-BAKTERİOLOJİ VƏZİYYƏTİ VƏ MÜAYİNƏNİN METODLARI.....	121

<b>Makysh Zh.S</b>	QƏDİM SU QURĞULARI.....	127
<b>Bəşirov F.B., Hacıəliyev A.T.</b>	SOLBANÇAY VƏ SILTIQÇAYIN AXINLARINDAN BALAKƏN ŞƏHƏRİNİN SU TƏCHİZATININ ÖDƏNİLMƏSİ PERSPEKTİVLƏRİ.....	132
<b>İkromov İ.İ.</b>	YENİ SAHİLBƏRKİDİCİ QURĞU.....	137
<b>Mehdiyeva N.Q.</b>	YAĞIŞ SULARININ İDARƏ OLUNMASINDA İNNOVATİV METODLARIN TƏHLİLİ.....	141
<b>Qoroliç O.V., Zemlyanov İ.V.</b>	BÖYÜK VOLQA -SU ANBARLARI KASKADININ VALJSKO-KAMSKOVO HİDROTEKNIKİ SİSTEMİNİN YARADILMASI VƏ MƏNİMSƏNİLMƏSİ TARİXİ.....	147
<b>Salmanov M.Ə., Salmanova İ.Q., Məhərrəmov N.R.</b>	YUXARI QARABAĞ KANALINDAN POTENSIAL İÇMƏLİ SU MƏNBƏYİ KİMİ İSTİFADƏ OLUNMASI.....	152
<b>Abdelkrim Dahmen</b>	FOQQORA VƏ YA ƏLCƏZƏİR KƏHRİZİ VƏ ONUN SU İRSİ KİMİ ƏSAS XARAKTERİSTİKALARI HAQQINDA...	155
<b>Qurbanov Ç.Z., Əliyev R.A.</b>	MAGİSTRAL BORU KƏMƏRLƏRİNDƏ COĞRAFİ İNFÖRMASİYA SİSTEMLƏRİ TEKNOLOGİYALARINDAN İSTİFADƏ ETMƏKLƏ RİSK FAKTÖRLƏRİNİN ANALİZİNİN APARILMASI.....	161
<b>Bondarik I.Q.</b>	NOVQOROD VİLAYƏTİNİN DRENAJ SİSTEMİ. “DÜNYANIN SU EHTİYATLARININ TARİXİ İRSİ”.....	171
<b>Moradi R., Mehrizadə M., Niknafs H.</b>	PVDF NANOFIBROUS MEMBRAN DISTİLLƏ METODUNDAN İSTİFADƏ ETMƏKLƏ SUYUN TƏMİZLƏNMƏSİ VƏ DUZSUZLAŞDIRILMASI.....	175
<b>Paluanov D.T.</b>	ÇOXLAYLI QRUNTLARDA ALÇAQTƏZYİQLİ BƏNDLƏRİN ƏSAS YÜKÜNÜN MÜƏYYƏNLƏŞDİRİLMƏSİ.....	179
<b>Əbülfətov A.Q.</b>	YÜKSƏK BULANIQLI YERÜSTÜ SULARIN REAGENTSİZ TƏMİZLƏMƏ TEKNOLOGİYASI.....	183
<b>Dubenok S.A., Zaxarko P.N.</b>	BELARUS RESPUBLİKASININ SU TƏCHİZATI SİSTEMİNDƏ İTKİLƏRİN VƏ HESABLANMAMIŞ SU SƏRFLƏRİNİN NORMALAŞDIRILMASI.....	186
<b>Ali Asghar Semsar Yazdi</b>	İRS VƏ RİFAH: KƏHRİZ SİSTEMİ, DAYANIQLILIQ MƏNBƏYİ.....	190
<b>Əhmədov F.Ş.</b>	TULLANTI SULARININ ÇAY AXINLARINDA DURULAŞMASI PROSESLƏRİNİN QANUNAUYYĞUNLUQLARI.....	192
<b>Əliyev A.İ.</b>	AKTİV LİLİN DEZİNFEKSIYA MƏSƏLƏSİ: NORMATİV BAZA VƏ NORMATİVLƏRİN TƏTBİQ EDİLMƏSİ PRAKTİKASI.....	198
<b>Xəlilov P.R.</b>	XIX ƏSRİN SONU – XX ƏSRİN ƏVVƏLLƏRİNDƏ BÖYÜK BAKI SƏNAYE RAYONUNUN SU TƏCHİZATI ÜZRƏ LAYİHƏLƏR VƏ ONLARIN TALEYİ.....	203

<b>Seyfullayev X.Q., Cəbrayilova G.X.</b>	SEYSMİK RAYONLARDA TİKİLƏN SU QURĞULARINDA TƏTBİQ OLUNACAQ SƏMƏRƏLİ DƏYİŞƏN QALINLIQLI TAVA-QABIQLARIN ZƏLZƏLƏYƏDAVAMLILIĞI.....	209
<b>Prodous O.A., Novikov M.Q.</b>	MƏİŞƏT-İÇMƏLİ MƏQSƏDLƏR ÜÇÜN SU TƏMİZLƏMƏ PROSESLƏRİNDƏ ZƏRƏRSİZLƏŞDİRƏN REAGENTLƏRİN İSTİFADƏ SƏMƏRƏLİLİYİNİN TƏHLİLİ .....	215
<b>Əkbərova S.M.</b>	BİNALARIN TERMOAKTIV AKKUMULYASIYA İNŞAAT İQLİM SİSTEMLƏRİNDƏ YERALTİ SULARIN İSTİFADƏSİ.....	222
<b>Səməndərov S.S.</b>	XX ƏSRİN 20-30-CU İLLƏRİNDƏ AZƏRBAYCANDA SU TƏSƏRRÜFATININ TƏŞKİLİ MƏSƏLƏLƏRİNİN RETROSPEKTIV PRIZMADAN DƏYƏRLƏNDİRİLMƏSİ.....	228
<b>Məmmədova V.V., Abdullayeva K.Q., Quliyeva T.Q.</b>	HİDROTEKNIKİ QURĞULARIN DƏRİN SALINAN ÇEVİK DAYAQLARININ YAN SƏTHLƏRİNDƏ YARANAN MÜQAVİMƏT QÜVVƏLƏRİNİ NƏZƏRƏ ALMAQLA TƏKLİF OLUNAN ÜSULLA BOYUNA- ENİNƏ ƏYİLMƏYƏ HESABLANMA METODİKASI.....	232
<b>Mustafayeva S.M.</b>	ŞOLLAR-BAKİ SU KƏMƏRİNİN ÇƏKİLİŞİNƏ DAİR.....	237
<b>Nağıyev Z.A., Kərimova G.Ə., Məmmədzaadə N.A.</b>	19 ƏSRDƏ BÖYÜK ŞƏHƏRLƏRİN SU TƏCHİZATI SİSTEMLƏRİ.....	243
<b>Volkov S.V., Kostyuçen S.V., Levçenko D.A., Parilov P.S., Tkaçev A.A., Kudryavçev N.N.</b>	İÇMƏLİ SUYUN HAZIRLANMASI TEKNOLOGİYASININ SİSTEMLƏRİNDƏ ÇOXBARYERLİ ZƏRƏRSİZLƏŞDİRMƏNİN TƏTBİQİ.....	250
<b>Hüseynzadə M.T.</b>	DAĞLIQ ƏRAZİLƏRDƏ ZONALI SU KƏMƏRİ ŞƏBƏKƏSİNİN TEKNIKİ-İQTİSADI SƏMƏRƏLİLİYİNİN ƏSASLANDIRILMASI.....	257
<b>Novikov M.Q.</b>	SÜZGƏC QURĞULARINDA ÇINQIL TƏBƏQƏSİNİN SÜRÜŞMƏSİNİN QARŞISININ ALINMASI.....	262
<b>Vəlizadə R.N., Rəhimova T.N.</b>	BAKİ VƏ BAKİ ƏTRAFI KƏNDLƏRİN SU QUYULARI İLƏ BAĞLI STRATEJİ ARAŞDIRMALAR.....	268
<b>Tağıyev İ.İ., Babayev N.İ.</b>	BAKİ ŞƏHƏRİNİN İÇMƏLİ SU TƏCHİZATININ İNKİŞAF TARİXİ.....	278
<b>Tağıyev F.Ə.</b>	XIX ƏSRDƏ (80-Cİ İLLƏRİN ORTALARINADƏK) BAKİ ŞƏHƏRİNİN SU TƏCHİZATININ TARİXİNDƏN.....	281
<b>Yavtuşenko M.V., Ruzayev V.İ.</b>	PODOLSKO ŞƏHƏRİNİN TƏMİZLƏYİCİ QURĞULARININ BİOLOJİ TƏMİZLƏMƏ BLOKUNUN YENİDƏN İŞƏ SALMA- TƏNZİMLƏMƏ İŞLƏRİ.....	287

<b>Eldarova G.Ə</b>	<b>AZƏRBAYCANIN SU TƏCHİZATI VƏ KANALİZASIYA SİSTEMLƏRİNDƏ İNNOVATİV ASPEKTLƏR.....</b>	<b>297</b>
<b>Verdiyeva N.X.</b>	<b>ŞOLLAR SU KƏMƏRİ – DAYANIQLI VƏ ETİBARLI SU TƏCHİZATI SİSTEMİ.....</b>	<b>303</b>
<b>Petruşin Y.N., Kobyakova N.V., Ruzayev V.İ., Belyayeva S.D., Kuzneçov D.A., Sedix T.N., Androsova E.Y.</b>	<b>İSTRİ ŞƏHƏRİ VƏ İSTRİ RAYONUNUN KANALİZASIYA TƏMİZLƏYİCİ QURĞULARININ MODERNLƏŞDİRİLMƏSİ.....</b>	<b>307</b>
<b>Əhmədov M.Ə.</b>	<b>AZƏRBAYCANIN QURAQLIQ ZONALARINDA ƏHALİNİN İÇMƏLİ SU PROBLEMİNİN HƏLLİ YOLU.....</b>	<b>315</b>
<b>Abdullayev K.M., Ağamaliyev M.M., Əhmədova C.A.</b>	<b>XƏZƏR SUYUNUN NANOSÜZÜLMƏ TEXNOLOGİYASI İLƏ ŞİRİNLƏŞDİRİLMƏSİNİN TƏDQIQI.....</b>	<b>321</b>
<b>Baranov V.L., Vasilyak L.M., Smirnov A.D., Tkaçev A.A.</b>	<b>ULTRASÜZGƏC TEXNOLOGİYASI-ÇİRKAB SULARININ ZƏRƏSİZLƏŞDİRİLMƏSİNİN MÜASİR ÜSULU.....</b>	<b>328</b>
<b>Mirzəyev V.S., Musayeva A.K., Fətullayev Fəqan.A., Fətullayev Fərid.A., Aralis S.V., Əyyubova G.Ş.</b>	<b>SUYUN TƏMİZLƏNMƏSİNDƏ İSTİFADƏ OLUNAN NANOQURULUŞLARIN ALINMASI QURĞUSU.....</b>	<b>338</b>
<b>Belyayeva S.D., Korotkova E.V., Petrov M.İ.</b>	<b>YAĞIŞ VƏ ÇİRKAB SULARININ SERTİFİKATLAŞDIRILMASI VƏ TƏBİƏTİ MÜHAFİZƏ QANUNVERİCİLİYİNİN TƏNZİMLƏNMƏSİ ÜZRƏ TƏKLİFLƏR.....</b>	<b>340</b>
<b>Vasilyak L.M., Smirnov A.D.</b>	<b>ÇİRKAB SULARININ DEZİNFEKSIYASININ MÜASİR PROBLEMLƏRİ.....</b>	<b>349</b>
<b>Vəlizadə R.N.</b>	<b>AZƏRBAYCANIN TƏBABƏT SU QUYULARI, “KOMPASLI EVLƏR”i (tariximizin öyrənilməyən səhifələri).....</b>	<b>354</b>
<b>Qurbanov E.C., Yusifov F.F.</b>	<b>ENERJİ EFEKTİVLİ ELEKTROTEXNOLOGİYALARIN SU MÜHİTLƏRİNİN TƏMİZLƏNMƏSİ TEXNOLOJİ PROSESLƏRİNDƏ ROLU.....</b>	<b>365</b>
<b>Quliyev M.A., Abash M.C.</b>	<b>TULLANTI SULARIN TƏMİZLƏNMƏSİNİN ÜSULLARI VƏ METODLARI.....</b>	<b>372</b>
<b>Nağıyev Z.A., Tarixazər Z.Ə., Kərimova G.Ə.</b>	<b>QƏDİM AVROPADA OLAN SU QUYULARI HAQQINDA BƏZİ MƏLUMATLAR.....</b>	<b>376</b>

<b>Süleymanlı A.A., Məlikova Əhmədova N.A., Əlizadə N.A., Nəcəfova K.N., Mirzəyev V.S</b>	SUYUN TƏMİZLƏNMƏSİ ÜSULU.....	384
<b>Əfəndiyev V.Ə., Nağıyev S.Q., Həsənəliyev Ə.Ə.</b>	ABŞERON YARIMADASININ ŞOLLAR SUYU İLƏ TƏCHİZATININ TARİXİ-COĞRAFİ MƏRHƏLƏLƏRİ VƏ ONUN ƏHALİNİN MƏSKUNLAŞMASINA TƏSİRİ.....	387
<b>Zeynalova S.M., Mirzəyev V.S., Muradov E.Q., Əyyubova G.Ş., Musayeva A.K., Aralis S.V.</b>	SUYUN TƏMİZLƏNMƏSİNDƏ NANOTEXNOLOGİYANIN ROLU.....	392
<b>Çopsiyev R.R., Ağamalıyev M.M., Məmmədbəyova R.H.</b>	XƏZƏR DƏNİZİ SUYUNUN TERMİKİ BUXAR KOMPRESSİYALI ŞİRİNLƏŞDİRMƏ TEXNOLOGİYASI..	395
<b>Paşayev N.Ə.</b>	AZƏRBAYCANDA HİDROTEKNİKİ QURĞULARIN VƏ MÜHAFİZƏ BƏNDLƏRİNİN TƏBİİ FƏLAKƏTDƏN QORUNMASI VƏ SƏMƏRƏLİ ƏRAZI TƏŞKİLİNDƏ DÖVLƏT PROQRAMLARININ ƏHƏMİYYƏTİ.....	400
<b>Bəddəlov E.S.</b>	AZƏRBAYCANIN İRİ VƏ BÖYÜK ŞƏHƏRLƏRİNDƏ SU TƏCHİZATI PROBLEMLƏRİ.....	407
<b>Abdullayev Ç.Ə.</b>	XX ƏSRİN UNİKAL QURĞUSU: ŞOLLAR- 100.....	413
<b>Andrianov A.P., Pervov A.Q., Yefremov R.V., Spiçov D.V.</b>	DƏNİZ SUYUNUN ŞİRİNLƏŞDİRİLMƏSİ TEXNOLOJİ SXEMLƏRİNDƏ SƏMƏRƏLİ İNHİBİTORLARIN SEÇİMİ.....	417
<b>Əliyev A.H.</b>	SU TƏCHİZATI DÜNƏN, BU GÜN SABAH.....	432
<b>Rüstəmovə-Tohidi S.Ə.</b>	“ŞOLLAR” SU KƏMƏRİNİN TARİXİ BAKININ SİYASİ- İQTİSAİ VƏ İQTİSADİ MÜHİTİNİN GÖSTƏRİCİSİ KİMİ (XIX əsrin sonları-XX əsrin əvvəlləri).....	436
<b>Milanovik P.A., Jakovljevik D., Radovanovik M.</b>	SERBİYADA SU TƏCHİZATI MƏSƏLƏLƏRİ.....	450

# CONTENTS

## I. Water supply, wastewater and ancient – historical water facilities

<b>Huseynov G.J., İmanov F.A.</b>	THE ROLE OF KURA RIVER IN WATER SUPPLY AND ANTROPOGENIC CHANGES OF ANNUAL FLOW.....	30
<b>Niftaliyev R.Y.</b>	FROM THE HISTORY OF EXPLORATION OF DRINKING WATER SOURCES IN NORTHERN AZERBAIJAN IN THE EARLY 20TH CENTURY: SHOLLAR.....	36
<b>Hasanov H.N.</b>	Haji ZEYNALABDIN TAGIYEV - THE MAIN INITIATOR FOR CONSTRUCTION OF SCHOLLAR-BAKUWATER PIPELINE.....	46
<b>Vahabova E.R.</b>	THE COVERAGE OF CONSTRUCTION OF BAKU-SHOLLAR WATER PIPELINE IN PRESS OF THE CITY OF BAKU (the end of 19th-early 20th centuries).....	52
<b>Kafarova Z.A.</b>	FROM THE HISTORY OF THE ACTIVITIES OF BAKU CITY DUMA ON LAYING SHOLLAR WATERPIPE.....	69
<b>Sotic, A.V., Ivetic, M.V., Tausanovic, V.</b>	A RISK ANALYSIS METHODOLOGY FOR WATER SUPPLY SYSTEMS.....	76
<b>Illes L., Iritz L.</b>	WATER SUPPLY SECURITY AND FLOODS.....	82
<b>Javier Suárez, Lorena Barberà, Guillem Gilabert-Oriol, Juan Carlos González, Jorge Pordomingo</b>	TWO YEARS OPERATIONAL EXPERIENCE WITH ULTRAFILTRATION AS PRE-TREATMENT OF SEAWATER DESALINATION SYSTEM.....	87
<b>Gojamanov M.H., Gurbanov Ch.Z.</b>	FINDING AND ANALYSIS OF POSSIBLE ACCIDENTS IN THE MAIN WATERLINESON THE BASIS OF THE MATHEMATICAL MODEL.....	98
<b>Aliyeva S.B, Maharramov A.M., Azizov A.A., Alosmanov R.M., Buniyatzadeh I.A.</b>	CARBON MATERIALS AS ADSORBENTS FOR REMOVAL OF CRYSTAL VIOLET DYE FROM AQUEOUS SOLUTIONS.....	106
<b>Hajiyeva S.R., Rustamov N.Kh., Rustamova U.N.</b>	THE EXTRACTION-PHOTOMETRIC DETERMINATION OF Cu(II), Ni(II) AND Co(II) IN SHOLLAR'S WATER.....	110

<b>Bulva A.D.</b>	ANALYSIS OF THE WATER SUPPLY NETWORK IN THE CITY OF MINSK AND ASSESSMENT OF THE INTENSITY OF THEIR REFUSAL.....	115
<b>Angelakis A.N.</b>	EVOLUTION OF WATER SUPPLY TECHNOLOGIES IN URBAN GREEK AREAS THROUGH THE CENTURIES.....	120
<b>Guliyeva G.A., Sattarzade Y.V., Guliyeva M.Z.</b>	SANITARY BACTERIOLOGICAL STATUS OF DRINKING WATER AND METHODS OF RESEARCH IN AZERBAIJAN REPUBLIC.....	121
<b>Makysh ZH.S.</b>	ANCIENT WATER PLANTS.....	127
<b>Beshirov F.B., Hacialiyev A.T.</b>	PAYMENT PERSPECTIVES OF WATER SUPPLY OF BALAKEN CITY FROM SOLBANCHAY AND SILTICHAY FLOWS.....	132
<b>Ikromov Ilhom I.</b>	NEW COAST-PROTECTING STRUCTURE.....	137
<b>Mehdiyeva N.G.</b>	ANALYSING INNOVATIVE METHODS OF STORMWATER MANAGEMENT.....	141
<b>Gorelits O.V., Zemlyanov I.V.</b>	GREAT VOLGA - THE HISTORY OF DEVELOPMENT AND CREATION OF HYDROENGINEERING SYSTEM OF THE VOLGA-KAMA CASCADE OF RESERVOIRS....	147
<b>Salmanov M.A, Salmanova S.Q, Maharramova N.R.</b>	UPPER GARABAGH CHANNEL AS THE POTENTIAL SOURCE OF DRINKING WATER.....	152
<b>Abdelkrim Dahmen,</b>	THE FOGGARA, OR THE ALGERIAN KAREZ AN OVERVIEW OF ITS MAJOR CHARACTERS AS A WATER HERITAGE.....	155
<b>Gurbanov Ch.Z., Aliyev R.A.</b>	CONDUCTING ANALYSIS OF RISK FACTORS IN THE MAIN PIPELINE USING THE TECHNOLOGY OF GEOGRAPHIC INFORMATION SYSTEMS.....	161
<b>Bondarik I.G.</b>	THE DRAINAGE SYSTEM IN THE NOVGOROD REGION -" WORLD WATER SYSTEM HERITAGE (WHS)".....	171
<b>Moradi R., Mehrizade M., Niknafs H.</b>	WATER TREATMENT AND DESALINATION USING PVDF NANOFIBROUS MEMBRANE IN MEMBRANE DISTILLATION METHOD.....	175
<b>Paluanov D.T.</b>	THE ESTABLISHMENT OF PERMISSIBLE STRESS ON LOW-HEAD DAMS BASIS ON THE MULTILAYER GROUNDS.....	179
<b>Abulfatov A.G.</b>	TECHNOLOGY REAGENTLESS SURFACE OF WATER TREATMENT.....	183



<b>Dubenok S.A., Zakharko P.N.</b>	RATING OF LOSSES AND UNACCOUNTED WATER FLOW IN THE WATER SUPPLY SYSTEM OF THE REPUBLIC OF BELARUS.....	186
<b>Ali Asghar Semsar Yazdi</b>	HERITAGE AND LIVELIHOOD: QANAT SYSTEM, SOURCE OF SUSTAINABILITY.....	190
<b>Ahmedov F.S.</b>	DILUTIONS OF THE REGULARITY OF THE PROCESS OF WASTE WATER IN THE RIVER FLOWS.....	192
<b>Aliev A.I.</b>	THE ISSUE OF DISINFESTATION SEWAGE SLUDGE: REGULATORY FRAMEWORK AND PRACTICE RATEAPPLICATION.....	198
<b>Khalilov P.R.</b>	WATER SUPPLY ISSUES OF GREAT BAKU INDUSTRIAL REGION (the end of XIX – beginning of XX centuries).....	203
<b>Seifullayev Kh.K., Dzhebrailova G.Kh.</b>	SEISMIC STABILITY OF RATIONAL FORMS OF SLABS OF WATER FACILITIES IN THE FORM OF SHELL-PLATES OF VARIABLE THICKNESS ERECTED IN SEISMIC REGIONS.....	209
<b>Prodous O., Novikov M.G.</b>	ANALYSIS OF EFFECTIVENESS OF THE DECONTAMINATING REAGENTS IN THE PROCESS OF WATER PURIFICATION FOR DOMESTIC WATER PURPOSES.....	215
<b>Akbarova S.M.</b>	THE USE OF UNDERGROUND WATER FOR THERMOACTIVE CONSTRUCTION SYSTEMS OF BUILDINGS.....	222
<b>Samandarov S.S.</b>	RETROSPECTIVE EVALUATION OF THE WATER MANAGEMENT IN AZERBAIJAN 20-30 YEAR OF XX CENTURY.....	228
<b>Mamedova V.V., Abdullayeva K.G., Quliyeva T.G.</b>	CALCULATION OF FLEXIBLE SUPPORT HYDRAULIC STRUCTURES DEEP FOUNDATIONS ON THE LONGITUDINAL-TRANSVERSE BENDING TAKING INTO ACCOUNT THE FORCES OF RESISTANCE ON THE LATERAL SURFACE.....	232
<b>Mustafayeva S.M.</b>	ABOUT CONSTRUCTION OF BAKU-SHOLLAR WATER PIPELINE.....	237
<b>Nagiyev Z.A., Kerimova G.A., Mammadzade N.A.</b>	THE BIG TOWNS WATER SUPPLY SYSTEM IN 19 <sup>th</sup> CENTURY.....	243
<b>Volkov S.B., Kostyuchen S.B., Levchenko D.A., Parilov P.S., Tkachev A.A., Kudryavtsev N.N.</b>	APPLICATION MULTIBARERNOY DISINFECTION TECHNOLOGY SYSTEMS DISINFECTION OF DRINKING WATER.....	250

<b>Huseynzade M.T.</b>	SUBSTANTIATING OF THE TECHNICAL AND ECONOMIC ADVANTAGES OF ZONED SYSTEMS IN TERRAINS WITH STEEP RELIEF.....	257
<b>Novikov M.G.</b>	PREVENT SHIFTING GRAVEL LAYERS IN FILTERING FACILITIES.....	262
<b>Velizade R.N., Rahimova T.N.</b>	THE STRATEGIC RESEARCH ON WATER WELLS IN BAKU AND IN THE VILLAGES AROUND BAKU.....	268
<b>Taghiyev İ.İ., Babayev N.İ.</b>	THE DEVELOPMENT HISTORY OF DRINKING WATER SUPPLY OF BAKU CITY.....	278
<b>Tagiyev F.A.</b>	ON THE HISTORY OF WATER SUPPLY OF BAKU CITY IN THE 19 <sup>th</sup> CENTURY (until the mid-80s).....	281
<b>Yavtushenko M.V., Ruzaev V.I.</b>	ADJUSTMENT OPERATIONS UNIT RECONSTRUCT BIOLOGICAL TREATMENT TREATMENT PLANTS c. PODOLSKA.....	287
<b>Eldarova G.A.</b>	THE INNOVATIVE ASPECTS OF WATER SUPPLY AND SEWERAGE SYSTEMS IN AZERBAIJAN.....	297
<b>Verdieva N.X.</b>	SHOLLAR WATER PIPES - SUSTAINABLE AND RELIABLE WATER SUPPLY.....	303
<b>Petrushin Y.N., Kobyakov N.V., Ruzaev V.I., Belyaeva S.D., Kuznetsov D.A., Sedykh T.N., Androsova E.Y.</b>	MODERNIZATION OF SEWAGE TREATMENT FACILITIES c. ISTRY AND ISTRRA DISTRICT.....	307
<b>Ahmadov M.A.</b>	THE WAY OF SOLVING THE PROBLEM OF DRINKING WATER IN DROUGHT ZONES OF AZERBAIJAN.....	315
<b>Abdullayev K.M., Agamaliyev M.M., Ahmadova J.A.</b>	RESEARCH NANOFILTRATION DESALINATION OF TECHNOLOGY THE CASPIAN WATER.....	321
<b>Baranov V.L., Vasilyak L.M., Smirnov A.D., Tkachev A.A.</b>	UV TECHNOLOGY - A MODERN WAY OF WASTEWATER DISINFECTION.....	328
<b>Mirzayev V.S., Musayeva A.K., Fatullayev Faqan.A., Fatullayev Farid.A., Aralis S.V., Ayyubova G.Sh.</b>	DEVICE FOR PRODUCING NANOSTRUCTURES TO PURIFY WATER.....	338

<b>Belyaeva Svetlana Dmitrievna, Korotkova Elena Victorovna, Petrov Mikhail Igorevic</b>	CERTIFICATION THE SEWAGE SLUDGE AND PROPOSALS FOR CLARIFICATION AND RESOLUTION ENVIRONMENTAL LEGISLATION....	340
<b>Vasilyak L.M., Smirnov A.D.</b>	CONTEMPORARY ISSUES WASTEWATER DISINFECTION.....	349
<b>Velizade R.N.</b>	WATER WELLS TO CURE DISEASE, "COMPASS HOUSES" (unlearned pages of our history).....	354
<b>Gurbanov E.J., Yusifov F.F.</b>	THE ROLE OF ENERGY-EFFICIENT ELECTRIC TECHNOLOGIES IN PURIFICATION OF WATER MEDIUMS.....	365
<b>Guliyev M.A., Abasali M.J.</b>	WAYS AND METHODS OF WASTEWATER TREATMENT.....	372
<b>Nagiyev Z.A., Tarikhazer Z.A., Kerimova G.A.</b>	SOME INFORMATIONS ABOUT THE ANCIENT EUROPE WELLS.....	376
<b>Suleymanli A.A., Melikova Ahmedova N.A., Alizadeh N.A., Najafova K.N., Mirzayev V.S.</b>	WATER PURIFYING METHOD.....	384
<b>Efendiyev V.A., Nagiyev S.K., Hasanaliyev A.A.</b>	HISTORICAL AND GEOGRAPHICAL STAGES OF THE WATER SUPPLY OF THE ABSHERON PENINSULA WITH SHOLLAR WATER AND ITS IMPACT ON THE RESETTLEMENT OF THE POPULATION.....	387
<b>Zeynalova S.M., Mirzayev V.S., Muradov E.Q., Ayyubova G.Sh., Musayeva A.K., Aralis S.V.</b>	ROLE OF NANOTECHNOLOGY TO PURIFY WATER.....	392
<b>Chopsiev R.R., Agamaliyev M.M., Mamedbekova R.H.</b>	TECHNOLOGY VAROP COMPRESSION DESALINATION OF WATER OF CASPIAN SEA.....	395
<b>Pashayev N.A.</b>	THE IMPORTANCE OF THE INVESTIGATION OF STATE PROGRAMS IN THE EFFECTIVE TERRITORIAL ORGANIZATION AND THE PROTECTION OF HYDRAULIC STRUCTURES AND PROTECTION DAMS FROM NATURAL DISASTER IN AZERBAIJAN.....	400
<b>Badalov E.S.</b>	WATER SUPPLY PROBLEMS IN MAJOR CITIES OF AZERBAIJAN.....	407

<b>Abdullaev Ch.A.</b>	THE UNIQUE CONSTRUCTION OF 20 CENTURY: SCHOLLAR-100.....	413
<b>Andrianov A.P., Pervov A.G., Efremov R.V., Spitsov D.V.</b>	SELECTION OF EFFECTIVE INHIBITORS FOR TECHNOLOGICAL SCHEMES SEAWATER DESALINATION.....	417
<b>Aliyev A.H.</b>	WATER SUPPLY, YESTARDAY, TODAY, TOMORROW.....	432
<b>Rustamova-Tohidi S.A.</b>	THE HISTORY OF THE AQUEDUCT "SHOLLAR" AS AN INDICATOR OF THE POLITICAL, SOCIAL AND ECONOMIC LIFE OF BAKU (The end of XIX-beginning of XX century).....	436
<b>Milanović Pešić A., Jakovljević D., Radovanović M.</b>	WATER SUPPLY ISSUES IN SERBIA.....	450

## ОГЛАВЛЕНИЕ

### **I. Водоснабжение, сточные воды и древние исторические гидро сооружения**

<b>Гусейнов Г.Дж., Иманов Ф.А.</b>	ИСПОЛЬЗОВАНИЕ РЕЧНЫХ ВОД КУРЫ В ЦЕЛЯХ ВОДОСНАБЖЕНИЯ И АНТРОПОГЕННЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ ЕЕ СТОКА.....	30
<b>Нифталиев Р.Ю.</b>	ИЗ ИСТОРИИ ИЗЫСКАНИЯ ИСТОЧНИКОВ ПИТЬЕВОЙ ВОДЫ В СЕВЕРНОМ АЗЕРБАЙДЖАНЕ В НАЧАЛЕ XX ВЕКА: ШОЛЛАР.....	36
<b>Гасанов Г.Н.</b>	ГАДЖИ ЗЕЙНАЛАБДИН ТАГИЕВ И ВОПРОС ВОДООБЕСЧЕНИИ ГОРОДА БАКУ В КОНЦЕ XIX – НАЧАЛЕ XX ВВ.....	46
<b>Вагабова Э.Р.</b>	ОСВЕЩЕНИЕ ПОСТРОЙКИ БАКУ- ШОЛЛАРСКОГО ВОДОПРОВОДА НА СТРАНИЦАХ ПЕЧАТИ ГОРОДА БАКУ (конец XIX-начало XX вв.).....	52
<b>Кафарова З.А.</b>	ИЗ ИСТОРИИ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ БАКИНСКОЙ ГОРОДСКОЙ ДУМЫ- ПО ПРОВЕДЕНИИ ШОЛЛАРСКОГО ВОДОПРОВОДА.....	69
<b>Сотич А.В., Иветич, М.В., Таусанович, В.</b>	МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ РИСКОВ В СИСТЕМАХ ВОДОСНАБЖЕНИЯ.....	76
<b>Иллес Л., Иритц Л.</b>	БЕЗОПАСНОСТЬ ВОДОСНАБЖЕНИЯ И НАВОДНЕНИЙ.....	82
<b>Жавиэр Суарез, Лорена Барбера, Гуиллем Гидаберт-Ориол, Жуан Карлос Гонсалес, Жорге Пордоминго</b>	ДВУХГОДИЧНЫЙ ОПЫТ УЛЬТРАФИЛЬТРАЦИИ В ОПЕРАТИВНЫХ СИСТЕМАХ ОПРЕСНЕНИЯ МОРСКОЙ ВОДЫ. ПРЕДВАРИТЕЛЬНОЕ ОБРАЩЕНИЕ.....	87
<b>Годжаманов М.Г., Гурбанов Ч.З.</b>	ВЫЯВЛЕНИЕ И АНАЛИЗ ВОЗМОЖНЫХ АВАРИЙ ВОДНЫХ МАГИСТРАЛЬНЫХ ЛИНИЙ НА ОСНОВЕ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ.....	98
<b>Алиева С.Б., Магеррамов А.М., Азизов А.А., Алосманов Р.М., Буниятзаде И.А.</b>	УГЛЕРОДНЫЕ МАТЕРИАЛЫ В КАЧЕСТВЕ АДСОРБЕНТОВ ДЛЯ УДАЛЕНИЯ КРАСИТЕЛЯ КРИСТАЛЛИЧЕСКОГО ФИОЛЕТОВОГО ИЗ ВОДНЫХ РАСТВОРОВ.....	106

<b>Гаджиева С.Р., Рустамов Н.Х., Рустамова У.Н.</b>	<b>ЭКСТРАКЦИОННО-ФОТОМЕТРИЧЕСКОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ Cu(II), Ni(II) и Co(II) В ШОЛЛАРСКОЙ ВОДЕ.....</b>	<b>110</b>
<b>Булва А.Д.</b>	<b>АНАЛИЗ СОСТОЯНИЯ СЕТЕЙ ВОДОСНАБЖЕНИЯ В Г.МИНСК И ОЦЕНКА ИНТЕНСИВНОСТИ ИХ ОТКАЗА.....</b>	<b>115</b>
<b>Ангелакис А.Н.</b>	<b>ЭВОЛЮЦИЯ СКВОЗЬ ВЕКА ТЕХНОЛОГИЙ В ВОДОСНАБЖЕНИИ ГРЕЧЕСКИХ ГОРОДСКИХ ТЕРРИТОРИЙ.....</b>	<b>120</b>
<b>Гулиева Г.А., Саттарзаде Е.В., Гулиева М.З.</b>	<b>САНИТАРНО-БАКТЕРИОЛОГИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ ПИТЬЕВОЙ ВОДЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ В АЗЕРБАЙДЖАНСКОЙ РЕСПУБЛИКЕ.....</b>	<b>121</b>
<b>Мақыш Ж.С.</b>	<b>ГИДРОТЕХНИЧЕСКИЕ СООРУЖЕНИЯ ДРЕВНЕЙ ИСТОРИИ.....</b>	<b>127</b>
<b>Баширов Ф.Б., Гаджиалиев А.Т.</b>	<b>ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СТОКОВ р.р. СОЛБАНЧАЙ И СИЛТИКЧАЯ ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ВОДОСНАБЖЕНИЕ Гор. БАЛАКЕН.....</b>	<b>132</b>
<b>Икромов Илхом И.</b>	<b>НОВОЕ БЕРЕГОУКРЕПИТЕЛЬНОЕ СООРУЖЕНИЕ.....</b>	<b>137</b>
<b>Мехдиева Н.Г.</b>	<b>АНАЛИЗ ИННОВАЦИОННЫХ МЕТОДОВ УПРАВЛЕНИЯ ЛИВНЕВЫМИ СТОКАМИ.....</b>	<b>141</b>
<b>Горелиц О.В., Землянов И.В.</b>	<b>БОЛЬШАЯ ВОЛГА – ИСТОРИЯ ОСВОЕНИЯ И СОЗДАНИЯ ГИДРОТЕХНИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ ВОЛЖСКО-КАМСКОГО КАСКАДА ВОДОХРАНИЛИЩ.....</b>	<b>147</b>
<b>Салманов М.А., Салманова С.Г., Магеррамов Н.Р.</b>	<b>ВЕРХНЕ-КАРАБАХСКИЙ КАНАЛ ПОТЕНЦИАЛЬНЫЙ ИСТОЧНИК ПИТЬЕВОЙ ВОДЫ.....</b>	<b>152</b>
<b>Абделкерим Дахмен</b>	<b>ФОГГАРА ИЛИ АЛЖИРСКИЙ КАРЕЗ, ОБЗОР ЕГО ОСНОВНЫХ ФУНКЦИЙ КАК НАСЛЕДИЕ ВОДЫ.....</b>	<b>155</b>
<b>Гурбанов Ч.З., Алиев Р.А.</b>	<b>ПРОВЕДЕНИЕ АНАЛИЗА РИСК ФАКТОРОВ В МАГИСТРАЛЬНЫХ ТРУБОПРОВОДАХ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ТЕХНОЛОГИЙ ГЕОГРАФИЧЕСКИХ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ.....</b>	<b>161</b>
<b>Бондарик И.Г.</b>	<b>ДРЕНАЖНАЯ СИСТЕМА В НОВГОРОДСКОЙ ОБЛАСТИ «ИСТОРИЧЕСКОЕ НАСЛЕДИЕ МИРОВЫХ ВОДНЫХ РЕСУРСОВ».....</b>	<b>171</b>
<b>Моради Р., Мехризаде М., Никнафс Г.</b>	<b>МЕМБРАННЫЙ МЕТОД ОПРЕСНЕНИЯ ВОД И ИСПОЛЬЗОВАНИЕ НАНОВОЛОКОННЫЕ МЕМБРАННЫЕ ПЕРЕГОНКИ PVDF.....</b>	<b>175</b>

<b>Палуанов Д.Т.</b>	УСТАНОВЛЕНИЕ ДОПУСТИМОЙ НАГРУЗКИ НА ОСНОВАНИЕ НИЗКОНАПОРНЫХ ПЛОТИН НА МНОГОСЛОЙНЫХ ГРУНТАХ.....	179
<b>Абульфатов А.Г.</b>	ТЕХНОЛОГИЯ БЕЗРЕАГЕНТНОЙ ОЧИСТКИ ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОД.....	183
<b>Дубенок С.А., Захарко П.Н.</b>	НОРМИРОВАНИЕ ПОТЕРЬ И НЕУЧТЕННЫХ РАСХОДОВ ВОДЫ В СИСТЕМАХ ВОДОСНАБЖЕНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ.....	186
<b>Али Ашгар Семсар Язди</b>	НАСЛЕДИЕ И ЖИЗНЕОБЕСПЕЧЕНИЕ: СИСТЕМА ГАНАТ, ИСТОЧНИК УСТОЙЧИВОСТИ.....	190
<b>Ахмедов Ф.Ш.</b>	ЗАКОНОМЕРНОСТИ РАЗБАВЛЕНИЯ СТОЧНЫХ ВОД В РЕЧНЫХ ТЕЧЕНИЯХ.....	192
<b>Алиев А.И.</b>	К ВОПРОСУ О ДЕЗИНВАЗИИ ОСАДКОВ СТОЧНЫХ ВОД: НОРМАТИВНАЯ БАЗА И ПРАКТИКА НОРМОПРИМЕНЕНИЯ.....	198
<b>Халилов П.Р.</b>	ВОПРОСЫ ВОДООБЕСПЕЧЕНИЯ БОЛЬШОГО БАКИНСКОГО ПРОМЫШЛЕННОГО РАЙОНА (конец XIX–начало XX веков).....	203
<b>Сейфуллаев Х.К., Джебраилова Г.Х.</b>	СЕЙСМОСТОЙКОСТЬ РАЦИОНАЛЬНЫХ ФОРМ ПЕРЕКРЫТИЙ ВОДНЫХ СООРУЖЕНИЙ В ВИДЕ ПЛИТ-ОБОЛОЧЕК ПЕРЕМЕННОЙ ТОЛЩИНЫ ВОЗВОДИМЫХ В СЕЙСМИЧЕСКИХ РАЙОНАХ.....	209
<b>Продоус О.А., Новиков М.Г.</b>	АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ОБЕЗЗАРАЖИВАЮЩИХ РЕАГЕНТОВ В ПРОЦЕССАХ ОЧИСТКИ ВОДЫ ДЛЯ ХОЗЯЙСТВЕННО-ПИТЬЕВЫХ ЦЕЛЕЙ.....	215
<b>Акберова С.М.</b>	ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПОДЗЕМНЫХ ВОД ДЛЯ ТЕРМОРЕАКТИВНЫХ АККУМУЛЯЦИОННЫХ СТРОИТЕЛЬНО- КЛИМАТИЧЕСКИХ СИСТЕМ ЗДАНИЙ.....	222
<b>Самандаров С.С.</b>	РЕТРОСПЕКТИВНАЯ ОЦЕНКА ЗАДАЧ ОРГАНИЗАЦИИ ВОДНОГО ХОЗЯЙСТВА В АЗЕРБАЙДЖАНЕ В 20-30 ГОДУ XX ВЕКА.....	228
<b>Мамедова В.В., Абдуллаева К.Г., Кулиева Т.Г.</b>	МЕТОДИКА РАСЧЕТА ГИБКОЙ ОПОРЫ ГИДРОТЕХНИЧЕСКИХ СООРУЖЕНИЙ ГЛУБОКОГО ЗАЛОЖЕНИЯ НА ПРОДОЛЬНО- ПОПЕРЕЧНЫЙ ИЗГИБ С УЧЕТОМ СИЛ СОПРОТИВЛЕНИЯ НА БОКОВЫЕ ПОВЕРХНОСТИ.....	232
<b>Мустафаева С.М.</b>	О ПРОВЕДЕНИИ ШОЛЛАР-БАКИНСКОГО ВОДОПРОВОДА.....	237
<b>Нагиев З.А., Керимова Г.А., Маммедзаде Н.А.</b>	СИСТЕМА ВОДОСНАБЖЕНИЯ БОЛЬШИХ ГОРОДОВ В 19 ВЕКЕ.....	243

<b>Волков С.В., Костючен С.В., Левченко Д.А., Парилов П.С., Ткачев А.А., Кудрявцев Н.Н.</b>	<b>ПРИМЕНЕНИЕ МУЛЬТИБАРЬЕРНОЙ ТЕХНОЛОГИИ ОБЕЗЗАРАЖИВАНИЯ В СИСТЕМАХ ПОДГОТОВКИ ПИТЬЕВОЙ ВОДЫ.....</b>	<b>250</b>
<b>Гусейнзаде М.Т.</b>	<b>ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ЗОНАЛЬНЫХ СИСТЕМ ВОДОСНАБЖЕНИЯ В ГОРНЫХ РАЙОНАХ.....</b>	<b>257</b>
<b>Новиков М.Г.</b>	<b>ПРЕДОТВРАЩЕНИЕ СМЕЩЕНИЯ ГРАВИЙНЫХ СЛОЕВ В ФИЛЬТРОВАЛЬНЫХ СООРУЖЕНИЯХ.....</b>	<b>262</b>
<b>Велизаде Р.Н., Рагимова Т.Н.</b>	<b>СТРАТЕГИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ, СВЯЗАННЫЕ С ВОДЯНЫМИ КОЛОДЦАМИ В БАКУ И ОКРУЖАЮЩИХ ЕГО ПОСЕЛКАХ.....</b>	<b>268</b>
<b>Тагиев И.И., Бабаев Н.И.</b>	<b>КРАТКАЯ ИСТОРИЯ ОБ ОБЕСПЕЧЕНИИ ПОТРЕБНОСТИ ГОРОДА БАКУ ПИТЬЕВОЙ ВОДОЙ.....</b>	<b>278</b>
<b>Тагиев Ф.А.</b>	<b>ИЗ ИСТОРИИ ВОДОСНАБЖЕНИЯ ГОРОДА БАКУ В XIX ВЕКЕ (ДО СЕРЕДИНЫ 80-х гг.).....</b>	<b>281</b>
<b>Явтушенко М.В., Рузаев В.И.</b>	<b>ПУСКО-НАЛАДОЧНЫЕ РАБОТЫ РЕКОНСТРУИРОВАННОГО БЛОКА БИОЛОГИЧЕСКОЙ ОЧИСТКИ ОЧИСТНЫХ СООРУЖЕНИЙ г.ПОДОЛЬСКА.....</b>	<b>287</b>
<b>Эльдарова Г.А.</b>	<b>ИННОВАЦИОННЫЕ АСПЕКТЫ ВОДОСНАБЖЕНИЯ И КАНАЛИЗАЦИИ В АЗЕРБАЙДЖАНЕ.....</b>	<b>297</b>
<b>Вердиева Н.Х.</b>	<b>ШОЛЛАРСКИЙ ВОДОПРОВОД - УСТОЙЧИВОЕ И НАДЕЖНОЕ ВОДОСНАБЖЕНИЕ.....</b>	<b>303</b>
<b>Петрушин Ю.Н., Кобякова Н.В., Рузаев В.И., Беляева С.Д., Кузнецов Д.А., Седых Т.Н., Андросова Е.Ю.</b>	<b>МОДЕРНИЗАЦИЯ ОЧИСТНЫХ СООРУЖЕНИЙ КАНАЛИЗАЦИИ г. ИСТРЫ И ИСТРИНСКОГО РАЙОНА.....</b>	<b>307</b>
<b>Ахмедов М.А.</b>	<b>ПУТИ РЕШЕНИЯ ПРОБЛЕМЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ПИТЬЕВОЙ ВОДЫ НАСЕЛЕНИЯ В ЗАСУШЛИВЫХ ЗОНАХ АЗЕРБАЙДЖАНА.....</b>	<b>315</b>
<b>Абдуллаев К.М., Агамалиев М.М., Ахмедова Д.А.</b>	<b>ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ НАНОФИЛЬТРАЦИОННОГО ОПРЕСНЕНИЯ КАСПИЙСКОЙ ВОДЫ.....</b>	<b>321</b>



<b>Баранов В.Л., Василяк Л.М., Смирнов А.Д., Ткачев А.А.</b>	<b>УЛЬТРАФИОЛЕТОВАЯ ТЕХНОЛОГИЯ – СОВРЕМЕННЫЙ СПОСОБ ОБЕЗЗАРАЖИВАНИЯ СТОЧНЫХ ВОД.....</b>	<b>328</b>
<b>Мирзоев В.С., Мусаева А.К., Фатуллаев Фаган.А., Фатуллаев Фарид.А., Аралис С.В., Аййубова Г.Ш.</b>	<b>УСТРОЙСТВО ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ НАНОСТРУКТУР ДЛЯ ОЧИСТКИ ВОДЫ.....</b>	<b>338</b>
<b>Беляева С.Д., Короткова Е.В., Петров М.И.</b>	<b>СЕРТИФИКАЦИЯ ОСАДКОВ СТОЧНЫХ ВОД И ПРЕДЛОЖЕНИЯ ПО РАЗЪЯСНЕНИЮ И УРЕГУЛИРОВАНИЮ ПРИРОДООХРАННОГО ЗАКОНОДАТЕЛЬСТВА.....</b>	<b>340</b>
<b>Василяк Л.М., Смирнов А.Д.</b>	<b>СОВРЕМЕННАЯ ПРОБЛЕМАТИКА ОБЕЗЗАРАЖИВАНИЯ СТОЧНЫХ ВОД.....</b>	<b>349</b>
<b>Велизаде Р.Н.</b>	<b>ЛЕЧЕБНЫЕ КОЛОДЦЫ АЗЕРБАЙДЖАНА «КОМПАСНЫЕ ДОМА» (неизученные страницы истории).....</b>	<b>354</b>
<b>Гурбанов Э.Д., Юсифов Ф.Ф.</b>	<b>РОЛЬ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНЫХ ЭЛЕКТРОТЕХНОЛОГИЙ В ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССАХ ОЧИСТКИ ВОДНЫХ СРЕД.....</b>	<b>365</b>
<b>Гулиев М.А., Абасали М.Дж.</b>	<b>СПОСОБЫ И МЕТОДЫ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД.....</b>	<b>372</b>
<b>Нагиев З.А., Тарихазер З.А., Керимова Г.А.</b>	<b>НЕКОТОРЫЕ ФАКТЫ ПРО СТАРЕЙШИЕ ЕВРОПЕЙСКИЕ КОЛОДЦА.....</b>	<b>376</b>
<b>Сулейманлы А.А., Меликова Ахмедова Н.А., Ализаде Н.А., Наджафова К.Н., Мирзоев В.С.</b>	<b>СПОСОБ ОЧИСТКИ ВОДЫ.....</b>	<b>384</b>
<b>Эфендиев В.А., Нагиев С.К., Гасаналиев А.А.</b>	<b>ИСТОРИКО-ГЕОГРАФИЧЕСКИЕ ЭТАПЫ ВОДОСНАБЖЕНИЯ АБШЕРОНСКОГО ПОЛУОСТРОВА ШОЛЛАРСКОЙ ВОДОЙ И ЕГО ВЛИЯНИЕ НА РАССЕЛЕНИЕ НАСЕЛЕНИЯ.....</b>	<b>387</b>
<b>Зейналова С.М., Мирзоев В.С., Мурадов Э.Г., Аййубова Г.Ш., Мусаева А.К., Аралис С.В.</b>	<b>РОЛЬ НАНОТЕХНОЛОГИИ ДЛЯ ОЧИСТКИ ВОДЫ.....</b>	<b>392</b>

<b>Чопсиев Р.Р., Агамалиев М.М., Мамедбекова Р.Г.</b>	ТЕХНОЛОГИЯ ПАРОКОМПРЕССИОННОГО ОПРЕСНЕНИЯ ВОДЫ КАСПИЙСКОГО МОРЯ.....	395
<b>Пашаев Н.А.</b>	ЗНАЧЕНИЕ ГОСУДАРСТВЕННОЙ ПРОГРАММЫ В ОХРАНЕ ГИДРОТЕХНИЧЕСКИХ СООРУЖЕНИЙ И ЗАЩИТНЫХ ДАМБ ОТ СТИХИЙНЫХ БЕДСТВИЙ И РАЦИОНАЛЬНОЙ ТЕРРИТОРИАЛЬНОЙ ОРГАНИЗАЦИИ В АЗЕРБАЙДЖАНЕ.....	400
<b>Бадалов Э.С.</b>	ПРОБЛЕМЫ ВОДОСНАБЖЕНИЯ В КРУПНЫХ И БОЛЬШИХ ГОРОДАХ АЗЕРБАЙДЖАНА.....	407
<b>Абдуллаев Ч.А.</b>	УНИКАЛЬНАЯ КОНСТРУКЦИЯ 20 ВЕКА: ШОЛЛАР – 100.....	413
<b>Андрианов А.П., Первов А.Г., Ефремов Р.В., Спицов Д.В.</b>	ВЫБОР ЭФФЕКТИВНЫХ ИНГИБИТОРОВ ДЛЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СХЕМ ОПРЕСНЕНИЯ МОРСКОЙ ВОДЫ.....	417
<b>Алиев А.Г.</b>	ВОДОСНАБЖЕНИЕ, ВЧЕРА, СЕГОДНЯ, ЗАВТРА.....	432
<b>Рустамова-Тогили С.А.</b>	ИСТОРИЯ ВОДОПРОВОДА «ШОЛЛАР» КАК ПОКАЗАТЕЛЬ ПОЛИТИКО-ОБЩЕСТВЕННОЙ И ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЖИЗНИ БАКУ (конец XIX-начало XX века).....	436
<b>Миланович Пешич А., Жаковлевич Д., Радованович М.</b>	ПРОБЛЕМЫ ВОДОСНАБЖЕНИЯ В СЕРБИИ.....	450

# I. SU TƏCHİZATI, TULLANTI SULARI VƏ QƏDİM-TARİXİ SU QURĞULARI

---

## KÜR ÇAYINDAN SU TƏCHİZATINDA İSTİFADƏ VƏ ONUN AXIMININ ANTROPOGEN DƏYİŞMƏSİ

<sup>1</sup>Hüseynov Q.C., <sup>2</sup>İmanov F.Ə.

<sup>1</sup>"Azərsu" ASC, Bakı şəhəri, office@azersu.az

<sup>2</sup>"Sukanal" Elmi-Tədqiqat və Layihə İnstitutu, Bakı şəhəri, farda\_imanov@mail.ru

**Giriş.** Müasir dövrün aktual global problemlərindən biri əhali və təsərrüfatın müxtəlif sahələrinin su ilə təminatıdır. Əhalinin artımı və iqtisadiyyatın inkişafı şəraitində bütün dünyada su ehtiyatlarından istifadə sürətlə çoxalır, əksər region və ölkələrdə su təminatı getdikcə pisləşir. Qlobal istiləşmə şəraitində mövcud su ehtiyatlarının azalma tendensiyası müşahidə olunur. Su probleminin kəskinləşməsi əhalinin ərzaq təminatı və regionların ekoloji təhlükəsizliyinə birbaşa təsir göstərir. Hazırda, su ölkələrin dayanıqlı inkişafının həlledici amillərindən birinə çevrilmişdir.

Azərbaycanda Kür boyu məskunlaşmış əhali tarixən çayın sularından müxtəlif məqsədlər üçün, o cümlədən içməli su təchizatında istifadə etmişdir. Nəticədə, çay axımının təbii transformasiyası ilə yanaşı, onun antropogen transformasiyası da baş vermişdir.

**Açar sözlər:** Kür çayı, axımın transformasiyası, transsərhəd çay, hidroqraf, trend analiz, antropogen amillər

**Kür çayının Azərbaycanın içməli su təchizatında rolu.** Hələ Sovetlər dönməindən Azərbaycanda əhalinin su təchizatı məsələsi böyük dövlət xadimi Heydər Əliyevin həmişə diqqət mərkəzində olmuşdur. Paytaxt Bakı şəhərinin su təchizatının dayanıqlılığını təmin etmək üçün Azərbaycan SSR Nazirlər Sovetinin qərarı ilə Kür çayının sahilində sutəmizləyici qurğular kompleksinin inşası layihəsinin icrasına 1969-cu ildə başlanmış və Ümummilli liderin təşəbbüsü ilə "xalq tikintisi"nə çevrilmiş və qısa müddətdə layihənin birinci mərhələsinin icrası başa çatdırılmış və 1970-1971-ci illərdə mərhələlərlə istismara verilmişdir. Bakıdan 142,5 km məsafədə yerləşən Hacıqabul rayonunun Kiçik Talış kəndi yaxınlığında yerləşən kompleksdə təmizlənən suyun Abşeron yarımadasına nəqli üçün magistral kəmərlər çəkilmişdir. Birinci mərhələdə kəmərlərlə paytaxta 3,2 m<sup>3</sup>/s içməli su ötürülürdü və bu artan tələbatı ödəmədiyi üçün 1980-ci illərdə layihənin ikinci və üçüncü mərhələsi həyata keçirilmişdir. Beləliklə, Kür su kəmərləri sisteminin ümumi məhsuldarlığı saniyədə 9,5 kubmetrə çatdırılmışdır.

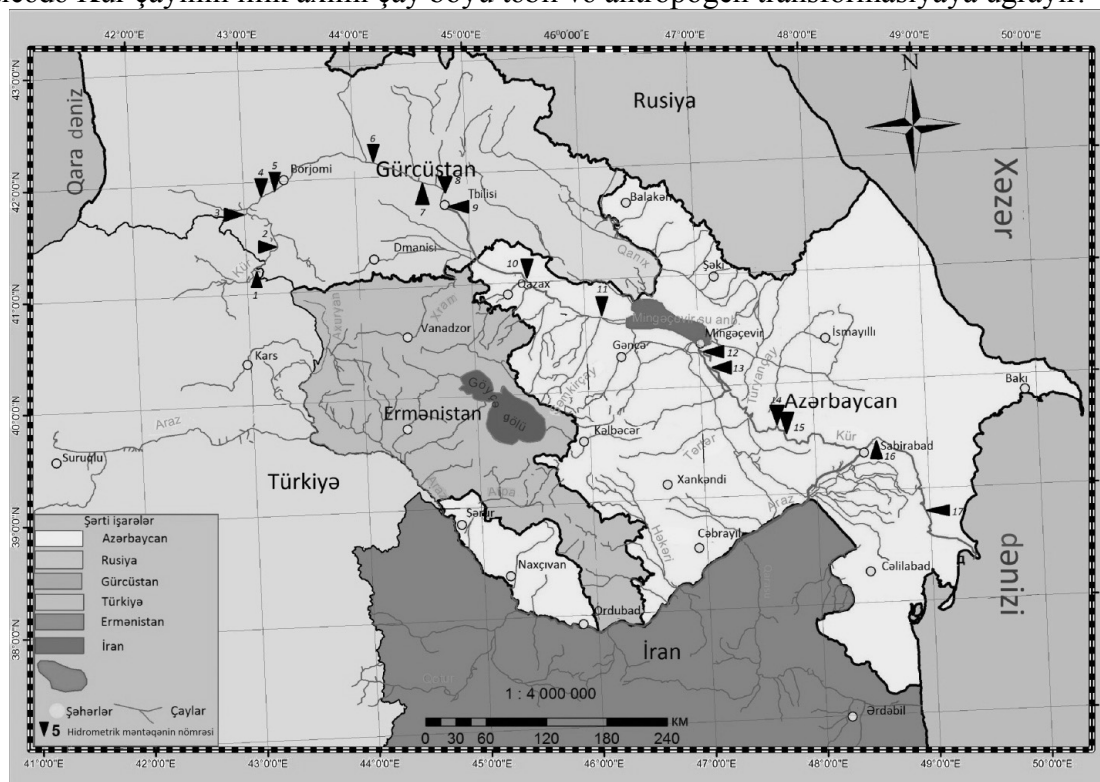
2010-cu ilin dekabr ayında Oğuz-Qəbələ-Bakı Su Kəməri, 2015-ci ilin oktyabr ayında isə Ceyranbatan Ultrasüzgəcli Sutəmizləyici Qurğular Kompleksinin istismara verilməsi nəticəsində Abşeron yarımadasının içməli su təminatında sabillik təmin olunmuş, Kür sutəmizləyici qurğular kompleksindən Abşeron yarımadasına nəql etdirilən suyun bir hissəsi digər ərazilərin təchizatına yönəldilmişdir. Kür sutəmizləyici qurğular kompleksinin imkanlarından yararlanmaqla içməli sudan əziyyət çəkən Aran bölgəsinin içməli su təchizatının yaxşılaşdırılması məqsədilə 2013-cü ildə Şirvan-Muğan, 2014-cü ildə isə Sabirabad-Saatlı qrup su kəmərləri istismara verilmişdir. Hazırda bu kəmərlər vasitəsilə Şirvan, Salyan, Hacıqabul, Biləsuvar, Sabirabad və Saatlı şəhərlərinə su verilir. Gələcəkdə Neftçala şəhəri, həmçinin bu kəmərlərin marşrutu boyunca yerləşən 180-ə yaxın kəndin sakinləri də bu

mənbədən içməli su ilə təmin olunmaqla, ümumilikdə 600 mindən artıq insanın içməli su təchizatı yaxşılaşdırılacaqdır.

Mingəçevir, Yevlax şəhərlərinin və ətraf kəndlərin içməli su təchizatının yaxşılaşdırılması məqsədilə Kür çayı üzərində yerləşən Mingəçevir su anbarından su götürülür. Bu şəhərlərin əhalisini keyfiyyətli içməli su ilə təmin etmək üçün Mingəçevirdə məhsuldarlığı sutkada 55 min kubmetr olan müasir tipli sutəmizləyici qurğu istismara verilmişdir. Hazırda Mingəçevir şəhəri bu mənbədən qidalanır, növbəti mərhələdə Yevlax şəhərinə və ətraf kəndlərə də içməli su veriləcəkdir.

#### Kür hövzəsi haqqında ümumi məlumat

Kür çayı Qafqazın ən böyük transsərhəd çayıdır və onun hövzəsində bütövlükdə və ya qismən beş ölkə yerləşir: Türkiyə, Gürcüstan, Azərbaycan, Ermənistan və İran İslam Respublikası. Kür çayı Xəzər dənizinə tökülür və axın boyu çoxsaylı qollar qəbul edir (şəkil 1) və onun sularından beş ölkənin hər birində müxtəlif məqsədlər üçün geniş istifadə edilir. Nəticədə Kür çayının illik axımı çay boyu təbii və antropogen transformasiyaya uğrayır.



Şəkil 1. Kür çayı hövzəsinin xəritəsi

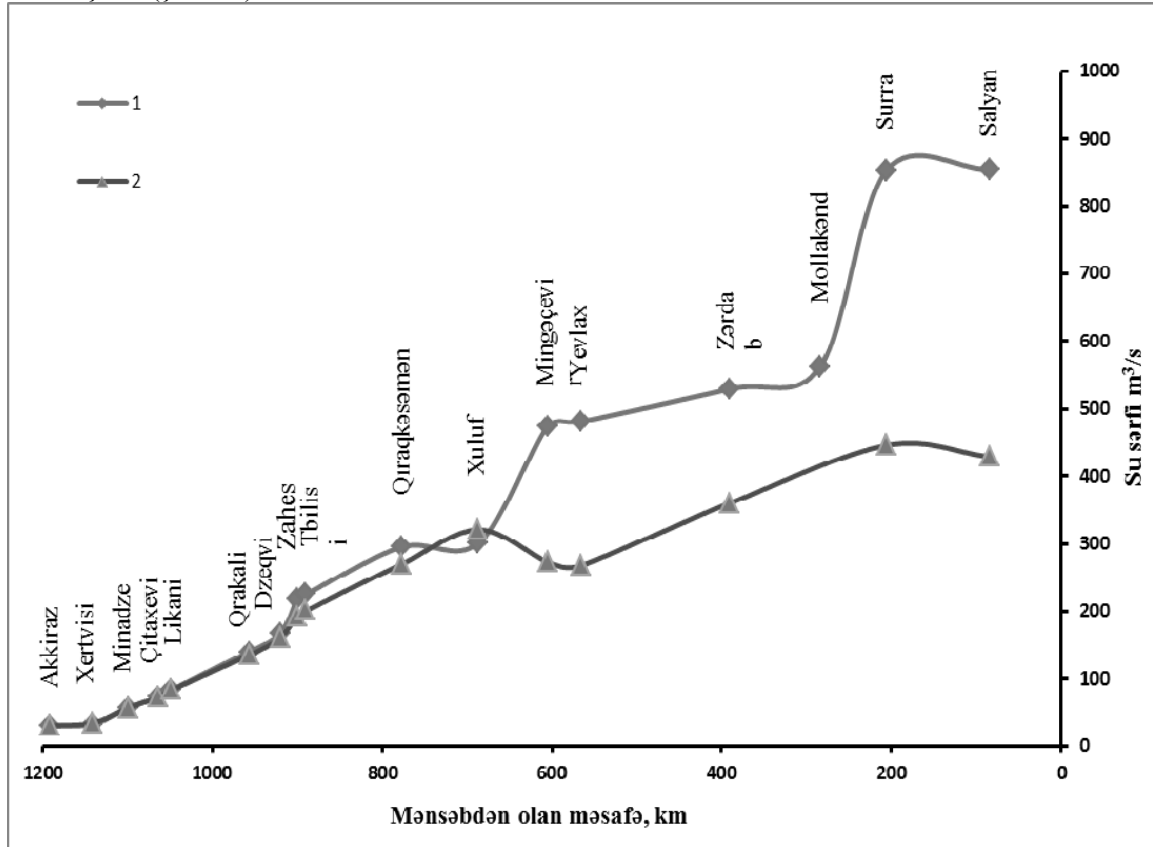
Cədvəl 1-də Kür çayının ölkələr üzrə uzunluğu və sutoplayıcı sahəsinin paylanması verilmişdir.

Cədvəl 1: Kür çayının ölkələr üzrə uzunluğu və sutoplayıcı sahəsi

№	Ölkə	Çayın uzunluğu, km	Sutoplayıcı sahə, km <sup>2</sup>	
			Araz hövzəsi nəzərə alınmadan	Araz hövzəsi ilə birlikdə
1	Türkiyə	174	5590	27548
2	Gürcüstan	522	34740	34740
3	Azərbaycan	819	37960	56700
4	Ermənistan	-	7710	29800
5	İran	-	-	39212
	Cəmi	1515	86000	188800

Kür hövzəsində 30-a yaxın transsərhəd çay var. Bunların ən böyüyü Araz çayıdır. O, Türkiyə, Ermənistan, İran və Azərbaycan ərazisindən keçərək Kürə tökülür. Onun uzunluğu 1072 km, hövzəsinin sahəsi isə 102000 km<sup>2</sup>-dir.

**İllik axımın təbii transformasiyası.** 1988-ci ildə Zaqafqaziya Elmi-Tədqiqat Hidrometeorologiya İnstitutunda Kür çayı da daxil olmaqla, regionun əsas çaylarının illik axımının şərti-təbii qiymətləri bərpa olunmuşdur (Водные ресурсы..., 1988). Analoji hesablamalar Azərbaycan çayları üçün də yerinə yetirilmişdir (Рустамов и Кашкай, 1989; Фатуллаев, 2002). Kür çayı boyu şərti-təbii illik axımın dəyişmə qrafiki bu məlumatlar əsasında qurulmuşdur (şəkil 2).



Şəkil 2. Kür çayı boyu təbii və antropogen təsirlər də nəzərə alınmaqla illik axımın dəyişmə qrafiki (1-Şərti-təbii illik axım; 2-Müşahidə olunan illik axım (1991-2012-ci illər))

Kür hövzəsinin ümumi su ehtiyatları 25.9 km<sup>3</sup> təşkil edir. Bunun 16.8 km<sup>3</sup>-i Kürün öz hövzəsində, qalan 9.1 km<sup>3</sup>-isə Araz hövzəsində formalaşır. Kürün öz hövzəsində (Araz hövzəsi nəzərə alınmadan) formalaşan su ehtiyatlarının 9.39 km<sup>3</sup>-i Gürcüstanın, 4.6 km<sup>3</sup>-i Azərbaycanın və 1.54 km<sup>3</sup>-i Ermənistanın payına düşür (Водные ресурсы..., 1988). İran ərazisində Araz hövzəsinin su ehtiyatları cəmi 0.78 km<sup>3</sup> təşkil edir.

Kür-Araz hövzəsinin Türkiyə hissəsində 3.5 km<sup>3</sup> axım əmələ gəlir. Bunun 0.9 km<sup>3</sup>-i Kür, 2.6 km<sup>3</sup>-i isə Araz hövzəsinin payına düşür və bu Türkiyənin transsərhəd su ehtiyatlarının (70 km<sup>3</sup>) 5%-ni (Öziş Ü, Y.Özdemir, 2009) və ümumi su ehtiyatlarının 2.59%-ni təşkil edir (Yıldız Mehmet and et al., 2007).

**İllik axımın antropogen transformasiyası.** Kür hövzəsinin çox hissəsində iqliminin əsasən quraq olması, su ehtiyatlarının ərazi üzrə qeyri-bərabər paylanması, əhali artımı və təsərrüfatın müxtəlif sahələrinin, xüsusilə suvarma əkinçiliyinin inkişafı suya olan tələbatın və müvafiq olaraq təbii su mənbələrindən, ilk növbədə çaylardan sugötürmələrin həcmnin ildən-ildə artmasına səbəb olmuşdur. Geriyə qaytarılmadan götürülən su miqdarının getdikcə artması Kür çayı və onun əsas qollarının rejimində ciddi dəyişmələrə səbəb olmuş, əksər çayların axımı azalmış, çoxillik və ildaxili tənzimləmə nəticəsində axımın ildaxili təbii paylanma qanunauyğunluqları pozulmuşdur.

Höviznin bütün ölkələrində əsas çay və onun qolları üzərində su anbarları inşa olunmuşdur. Gürcüstandakı Samqor, Sion və Tsalki su anbarlarının ümumi həcmi  $0.945 \text{ km}^3$  təşkil edir. Ermənistanda 30-dan artıq su anbarı var. Daha böyük olan Arpiliç, Aparan, Axuryan, Tolors və Spandəryan su anbarlarında birlikdə  $0.974 \text{ km}^3$  su toplanıb (Фатуллаев, 2002).

İran İslam Respublikasında Araz çayı hövzəsində 2,6 milyon əhali yaşayır. Burada 636 000 ha kənd təsərrüfatına yararlı torpaq var. 270 000 ha sahə əkilir. Suvarılan sahələr Muğan düzündə (90 000 ha) və Araz çayı boyu ərazilərdədir. Su əsasən suvarmaya sərf olunur. Bu suyun həcmi  $3.270 \text{ km}^3$ -dir ki, bunun da  $2.277 \text{ km}^3$  yerüstü suların,  $0.993 \text{ km}^3$  yeraltı suların payına düşür. Bu ərazidə içməli su kimi əsasən yeraltı sulardan istifadə olunur (UNDP/GEF, 2007).

Mingəçevir su anbarı inşa olunmazdan əvvəl Kür çayının faktiki illik axımı çay boyu belə dəyişirdi: Tbilisi yaxınlığında  $203 \text{ m}^3/\text{s}$ , Mingəçevirdə  $397 \text{ m}^3/\text{s}$  və Sabirabadda  $586 \text{ m}^3/\text{s}$  (Rüstəmov, 1960). Bu o deməkdir ki, hələ Kürün su səfləri üzərində sisteməlik hidroloji müşahidələr başlamazdan əvvəl çayın axımına güclü antropogen təsir olmuşdur. Məsələn, Sabirabadda faktiki illik axım şərti-təbii axımla müqayisədə  $267 \text{ m}^3/\text{s}$  və ya 31% az olmuşdur. Bu azalmanın əsas səbəbi Kürün qollarından suvarma məqsədilə sugötürmələrdir.

2010-cu ilə kimi olan müşahidə məlumatlarının xətti trend analizi nəticəsində müəyyən olunmuşdur ki, çoxillik dövr ərzində Tbilisi məntəqəsinə kimi Kür çayının illik axımında əhəmiyyətli dəyişiklik yoxdur. Gürcüstan ərazisində bu çayın axımının azalması Tbilisi ilə Azərbaycanla sərhəd arasında baş verir. Burada Qardaban ( $40 \text{ m}^3/\text{s}$ ) və Taşiskari ( $12 \text{ m}^3/\text{s}$ ) kanalları ilə Kürdən su götürülür. Gürcüstanda Qabırri (İori) çayından Yuxarı Samqor ( $30 \text{ m}^3/\text{s}$ ) və Aşağı Samqor ( $30 \text{ m}^3/\text{s}$ ) kanalları, Qanıx (Alazani) çayından isə Alazani, Baş Magistral və digər kanallarla birlikdə  $42.3 \text{ m}^3/\text{s}$  su götürülür (Рустамов и Кашкай, 1989).

Kürün axımının antropogen təsirlər nəticəsində azalması Azərbaycan ərazisində davam edir.

Çayın axım rejiminə antropogen amillərin güclü təsiri 1950-53-cü illərdə Varvara və Mingəçevir su anbarlarının istifadəyə verilməsi ilə başlayır. Daha sonra Kür çayı üzərində Şəmkir (1982-ci il), Yenikənd (2000-ci il), Tərtər çayı üzərində Sərsəng (1976-cı il) su anbarları və Kürün qolları üzərində digər su anbarları inşa olunmuşdur. Bu su anbarlarında təqribən  $20.6 \text{ km}^3$  su ehtiyatları toplanmışdır (İmanov, 2007).

Mingəçevir su anbarının aşağı byefinə ötürülən axımın kəmiyyəti Mingəçevir SES-in iş rejimindən, Yuxarı Şirvan (suburaxma qabiliyyəti  $78 \text{ m}^3/\text{s}$ ) və Yuxarı Qarabağ (suburaxma qabiliyyəti  $130 \text{ m}^3/\text{s}$ ) kanalları ilə götürülən suyun miqdarından asılıdır.

Mingəçevir su anbarının səthindən buxarlanmanın orta çoxillik kəmiyyəti təqribən 1000 mm və ya  $20 \text{ m}^3/\text{s}$  təşkil edir.

Mingəçevir su anbarı inşa olunduqdan (1953-cü il) sonra 1955-1975-ci illərdə çayın axımı əhəmiyyətli dərəcədə azalmışdır: Mingəçevirdə  $171 \text{ m}^3/\text{s}$ ; Salyanda  $351 \text{ m}^3/\text{s}$  (Рустамов и Кашкай, 1989).

1975-ci ilə kimi olan məlumatlar əsasında yerinə yetirilmiş hesablamalara görə Kür çayının mənsəbinə (Araz çayı nəzərə alınmadan) hər il  $175 \text{ m}^3/\text{s}$ , Araz çayının mənsəbinə isə  $100 \text{ m}^3/\text{s}$  axım çatmır (Водные ресурсы..., 1988).

V.Y.Qeorqiyevskiyə görə antropogen amillərin təsiri nəticəsində Kür çayının illik axımı Salyan məntəqəsində 27-31% azalmışdır (Георгиевский, 2005).

Kür çayı boyu orta illik su səflərinin antropogen transformasiyasını qiymətləndirmək üçün 17 müşahidə məntəqəsinin məlumatlarından istifadə olunmuşdur: 1 məntəqə Türkiyədə, 8 məntəqə Gürcüstanda və 8 məntəqə Azərbaycanda yerləşir (şəkil 2).

Əvvəllər, Azərbaycan ərazisində Kür çayı boyu illik axımın antropogen dəyişməsi iki müxtəlif dövr üçün-Mingəçevir su anbarı istifadəyə verilənə kimi (1953-cü il) və 1953-1975-ci illəri əhatə edən dövr üçün yerinə yetirilmişdir (Рустамов и Кашкай, 1989). Bunu nəzərə alaraq, bu işdə antropogen amillərin təsiri nəticəsində illik axımın dəyişməsi 1976-1990 və 1991-2012-ci illər üçün qiymətləndirilmişdir.

Türkiyədə və Gürcüstan ərazisinin çox hissəsində Kür çayının illik axımında dəyişiklik yoxdur. Gürcüstanda axımın azalması (12%) Tbilisidən başlayır. Mingəçevirdən Araz çayının mənsəbinə kimi bu azalma 32-44% təşkil edir. Kür çayının qapayıcı məntəqəsində (Salyanda) illik axım  $425 \text{ m}^3/\text{s}$  və ya 49.8% azalmışdır:  $325 \text{ m}^3/\text{s}$  azalma bilavasitə Kürün öz hövzəsində,  $100 \text{ m}^3/\text{s}$  azalma isə Araz hövzəsində qeydə alınmışdır.

Yaxın gələcəkdə Kür çayının illik axımının azalması davam edəcək. Belə ki, Azərbaycanla su ehtiyatlarından səmərəli istifadə etmək məqsədilə 138 müxtəlif həcmli su anbarı inşa olunmuş və bunlarda 21599.0 mln. $\text{m}^3$  su toplanmışdır. 2013, 2014 və 2015-ci illərdə müvafiq olaraq Taxtakörpü (268 mln. $\text{m}^3$ ), Şəmkirçay (164 mln. $\text{m}^3$ ) və Tovuzçay su anbarları (20 mln.  $\text{m}^3$ ) istifadəyə verilmişdir. Türkiyədə Kür-Araz hövzəsində 2.3 mlrd kv.t saat elektrik enerjisi istehsalı və 480000 hektar ərazinin suvarılması planlaşdırılır (D.S.İ.,1995),

Ermənistan ərazisində Araz çayından bir neçə magistral suvarma kanalı çəkilmişdir: Oktemberyan kanalı  $24,0 \text{ m}^3/\text{s}$ , Arazdaryan kanalı  $5,0 \text{ m}^3/\text{s}$ . Axuryan çayından Şirak və Talin kanalları  $49 \text{ m}^3/\text{s}$ , Azat çayından Artaşat kanalı ilə  $27,2 \text{ m}^3/\text{s}$  su götürülür (Фатуллаев, 2002).

Azərbaycan ərazisində Araz çayının təbii rejimi başlıca olaraq Araz, Mil-Muğan və Bəhramtəpə hidroqovşaqlarında pozulur. Həcmi  $1.35 \text{ km}^3$  olan Araz su anbarı 1970-ci ildə doldurulmağa başlanıb. Bəhramtəpə və Mil-Muğan hidroqovşaqları müvafiq olaraq, 1959 və 1972-ci illərdə istifadəyə verilib. Bəhramtəpə hidroqovşağından Baş Muğan (suburaxma qabiliyyəti  $60 \text{ m}^3/\text{s}$ ) və Cənubi Muğan (suburaxma qabiliyyəti  $35 \text{ m}^3/\text{s}$ ) kanalları, Mil-Muğan hidroqovşağından isə Baş Mil kanalı (suburaxma qabiliyyəti  $93 \text{ m}^3/\text{s}$ ) çəkilmişdir. Bu hidroqovşaqdan İran da eyni miqdarda su götürür (İmanov, 2007).

Araz su anbarından yuxarıda və aşağıda nasos stansiyaları yerləşdirilmiş və bu stansiyalarla Araz çayından  $29,5 \text{ m}^3/\text{s}$  su götürülür (Azərbaycan və İran tərəfi ilə bərabər miqdarda).

1975-ci ilə kimi olan məlumatlar əsasında yerinə yetirilmiş hesablamalara görə Araz çayının mənsəbinə hər il orta hesabla  $100 \text{ m}^3/\text{s}$  axım çatmır (Водные ресурсы...,1988). 1971-1977-ci illərdə Araz çayının Saatlı məntəqəsində orta illik su sərfi  $142 \text{ m}^3/\text{s}$  təşkil etmişdir. Bu, o deməkdir ki, çayın illik axımı  $148 \text{ m}^3/\text{s}$  və ya 51% azalmışdır (Рустамов и Камкай,1989).

1970-ci ildə Araz su anbarı doldurulmağa başlanandan çayın illik axımı kəskin azalır.

Türkiyə və Ermənistan sərhəddindən (Sürməli) başlayaraq Araz çayının illik axımında antropogen azalma (18-23%) müşahidə olunur. Araz su anbarının aşağı byefində bu azalma artıq 36-52% təşkil edir. Araz çayının qapayıcı məntəqəsində (Saatlıda) bütün müşahidə dövrü ərzində illik axım  $128 \text{ m}^3/\text{s}$  və ya 44%, 1991-2010-cu illərdə isə 34.5% azalmışdır.

Kür çayı hövzəsinin transsərhəd çaylarının axımının azalması başlıca olaraq antropogen amillərin təsiri altında baş verir.

### **Nəticə**

2010-cu ilin dekabr ayında Oğuz-Qəbələ-Bakı Su Kəməri, 2015-ci ilin oktyabr ayında isə Ceyranbatan Ultrasüzgəclli Sutəmizləyici Qurğular Kompleksinin istismara verilməsi nəticəsində Kür sumizləyici qurğular kompleksindən Bakı şəhərinə suyun nəql etdirilməsi azaldılmışdır. Bu kompleksin imkanlarından yararlanmaqla Aran bölgəsinin içməli su təchizatının yaxşılaşdırılması məqsədilə 2013-cü ildə Şirvan-Muğan, 2014-cü ildə isə Sabirabad-Saatlı qrup su kəmərləri istismara verilmişdir. Hazırda bu kəmərlər vasitəsilə Şirvan, Salyan, Hacıqabul, Biləsuvar, Sabirabad və Saatlı şəhərlərinə su verilir. Gələcəkdə Neftçala şəhəri, həmçinin bu kəmərlərin marşrutu boyunca yerləşən 180-ə yaxın kəndin sakinləri də bu mənbədən içməli su ilə təmin olunmaqla, ümumilikdə 600 mindən artıq insanın içməli su təchizatı yaxşılaşdırılacaqdır.

Mingəçevir və Yevlax şəhərlərinin və ətraf kəndlərin içməli su təchizatının yaxşılaşdırılması məqsədi ilə Kür çayı üzərində yerləşən Mingəçevir su anbarından su götürülür.

Mingəçevir su anbarından Araz çayının mənsəbinə kimi Kür çayının illik axımının azalması 32-44% təşkil edir. Bu azalma Kür çayının qapayıcı məntəqəsində (Salyanda)  $425 \text{ m}^3/\text{s}$  və ya 49.8% təşkil edir. Bilavasitə Kürün öz hövzəsində  $325 \text{ m}^3/\text{s}$ , Araz hövzəsində isə  $100 \text{ m}^3/\text{s}$  azalma baş vermişdir.

## Ədəbiyyat siyahısı

1. Rüstəmov S.H. Azərbaycan SSR-nin çayları və onların hidroloji xüsusiyyətləri. Bakı, Azərb.SSR EA nəşriyyatı, 1960. – 196 s.
2. Водные ресурсы Закавказья (Под ред. Г.Г.Сванидзе и В.Ш.Цомая) Л.: Гидрометео-издат, 1988. – 264 с.
3. Георгиевский В.Ю. Изменение стока рек России и водного баланса Каспийского моря под влиянием хозяйственной деятельности и глобального потепления. Автореферат дис. на соиск. уч. степени докт. геогр. наук. – СПб, 2005 – 39 с.
4. Фатуллаев Г.Ю. Современные изменения водных ресурсов и водного режима рек Южного Кавказа (в пределах Каспийского бассейна). Баку, 2002. – 167 с.
5. Рустамов С.Г., Кашкай Р.М. Водные ресурсы Азербайджанской ССР. Баку. Элм, 1989. – 184 с.
6. Öziş Ü, Y.Özdemir.Turkeys Transboundary watercourses and the Euphrates-Tigris Basin.// Transboundary Waters and Turkey.Istambul. 2009.-pp.21-57.
7. D.S.İ.,1995: Haritalı istatistik bülteni. Ankara, DSİ Genel Müdürlüğü, n.991-vIII-177, 513p.
8. Yıldız Mehmet, Özkaya Mustafa, Gürbüt Atilla, Uçar İsmail. TurkeySurfase Water Potential and its change in time. // International Congress. River Basin Management. Volume I., Antalya-Turkey, 2007.-pp.127-138.
9. UNDP/GEF 2007. Transboundary Diagnosnic Analysis of the Kura Aras River Basin.
10. UNDP/GEF 2013. Transboundary Diagnosnic Analysis (Up-dated) of the Kura Aras River Basin. 202 pp.
11. Imanov F. Water infrastructure of Kura River Basin within Azerbaijan // International Congress River Basin Management. Volume I. Antalya-Turkey, 2007, pp.99-105.

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ РЕЧНЫХ ВОД КУРЫ В ЦЕЛЯХ ВОДОСНАБЖЕНИЯ И АНТРОПОГЕННЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ ЕЕ СТОКА

<sup>1</sup>Гусейнов Г.Дж., <sup>2</sup>Иманов Ф.А.

<sup>1</sup>ОАО «Азерсу», г.Баку, office@azersu.az

<sup>2</sup>Научно- исследовательский и Проектный Институт «Суканал», farda\_imanov@mail.ru

### РЕЗЮМЕ

В статье рассмотрен вопрос использования речных вод Куры в целях водоснабжения в Азербайджане. Отмечается, что источником питьевой воды населения большинства прикуринских районов является река Кура,

Также выполнен анализ изменения условно-естественного и наблюдаемого годового стока реки Куры по ее длине. В Азербайджане от Мингечевирского водохранилища до впадения реки Аракс это уменьшение возрастает до 32-44% . В замыкающем створе Куры в г. Сальяны годовой сток уменьшился уже на 49,8% (425 м<sup>3</sup>/с). В бассейне собственно Куры снижение стока составляет 325 м<sup>3</sup>/с, и в бассейне р. Аракс 100 м<sup>3</sup>/с.

## THE ROLE OF KURA RIVER IN WATER SUPPLY AND ANTROPOGENIC CHANGES OF ANNUAL FLOW

<sup>1</sup>Huseynov G.J., <sup>2</sup>İmanov F.A.,

<sup>1</sup>"Azersu" OJSC, Baku, office@azersu.az

<sup>2</sup>"Azersu" OJSC, "Sukanal" Scientific-Research və Design Institute, Baku, farda\_imanov@mail.ru

### SUMMARY

Kura River water use in water supply of Azerbaijan Republic was analyzed in this article. Kura was indicated as potable water source in most regions along the river. In addition, conditional-natural flow and the change in the observed annual flow of the river were analyzed. Annual flow decreased by 32-44% from Mingachevir reservoir to the mouth of the Araz. This reduction is 425 m<sup>3</sup>/s or 49.8% in the Kura River cross section of water course (Salyan). At the same time 325 m<sup>3</sup>/s reductions occurred in Kura River and 100 m<sup>3</sup>/s in Araz basin.



## XX ƏSRİN ƏVVƏLLƏRİNDƏ ŞİMALİ AZƏRBAYCANDA İÇMƏLİ SU MƏNBƏLƏRİNİN AXTARIŞI TARİXİNDƏN: ŞOLLAR

Niftəliyev R.Y.

*AMEA, A.A.Bakıxanov adına Tarix İnstitutu, Bakı şəhəri,  
ramilniftali@rambler.ru*

Dünyada ilk dəfə olaraq Şimali Azərbaycanda (ABŞ-ın Pensilvaniya ştatından 11 il əvvəl) 1848-ci ildə Bibiheybətdə, sonra isə Balaxanıda son elmi nailiyyətlərin tətbiqi ilə ilk neft quyuları qazıldı. Buruq qazma və qazlift kimi yeni texnologiyaları ilk dəfə olaraq sınaqdan keçirildi. Quyuların özüllərinin zərbəstanq üsulu ilə qoyulmasına başlandı. Neft sənayesində ilk dəfə olaraq buxar mühərrikləri tətbiq edildi. Bakıda ilk dəfə olaraq yağlı hudronun krekinqi vasitəsilə benzin və ağ neft istehsal edən sənaye miqyaslı kub qurğusu quraşdırıldı. Neftin saxlanması üçün ilk dəfə polad silindrik çənlər istifadəyə verildi. Bakı elektrik stansiyasının tikintisi zamanı ilk dəfə olaraq 20 min voltluq naqillərin açıq havada ötürülməsi layihəsi həyata keçirildi və s. Görkəmli Azərbaycan maarifçi-demokrati Həsən bəy Zərdəbinin yazdığı kimi, "...hər tərəfdən buraya kapital və bilik axmağa, keçmiş inzibati sürgün yerində həyat qaynamağa başladı" [1].

XX əsrin əvvəllərində Şimali Azərbaycanda uğurla həyata keçirilən iri miqyaslı layihələrdən biri də 15 ilə yaxın başa gələn, Avropada ən böyük layihə hesab olunan "Şollar-Bakı" su kəmərinin çəkilməsi oldu. Bu layihənin müəllifi olan ser Uilyam Harleyn Lindley sonralar onun tərəfindən "Avropanın 35 şəhərinə suyun çəkildiyini və "Şollar" qədər texniki cəhətdən nəhəng və çox mürəkkəb işi öhdəsinə götürmədiyini" qeyd edirdi [2, 198].

Bakı şəhərinin içməli suya olan tələbatı həmişə həll olunmaz bir məsələ kimi aktual olmuşdu. Şəhərin Qafqazın ən böyük sənaye mərkəzinə çevrilməsi, burada əcnəbi iş adamların firma və şirkətlərinin yaranması, sürətli urbanizasiya proseslərinin baş verməsi kimi bu və ya digər səbəblər içməli suyun çatışmazlığını ortaya qoyurdu. 1892-ci ildə Bakıda vəba epidemiyasının yayılması [3, 268] ilə əlaqədar olaraq şəhərin bir çox su quyuları su kəhrizlərinin suyunun istifadəsinə qadağa qoyulması vəziyyəti daha da gərginləşdirirdi. Bakı şəhər dumasında fəaliyyətə başladığı gündən demək olar ki, bütün iclaslarında su məsələsinin qızğın müzakirələri olurdu [Bax: 4]. Neft sənayeçisi Lüdviq Nobel şəhərə suyun Volqadan çəkilməsi təklifi istər texniki, istərsə də kommersiya baxımından qeyri-mümkün idi. Şəhər dumasının 1892-ci ilin 24 fevral tarixli iclasında növbəti dəfə Kürdən suyun çəkilməsi məsələsinin qaldırması müəyyən canlanmaya gətirib çıxartdı [4, v. 24]. Su kəmərləri üzrə mühəndislər - Moskvadan Altuxov, Parisdən Dümon və Tiflisdən Royt Bakı dumasına Kür suyunun şəhərə gətirilməsinə dair üç layihə təklif etdilər [Bax: 5]. Lakin bu layihələr Daxili İşlər Nazirliyinin Sankt-Peterburqdakı Texniki-İnşaat İnstitutu tərəfindən bir sıra texniki qüsurlarına və smeta xərclərinin düzgün hesablanmadığına görə rədd edildi [6, 30-31].

1893-cü ildə dəniz suyunun (sutkada 30 min vedrə\* olmaqla) təmizlənərək şəhərə verilməsi, suyun kənardan gətirilməsi məsələsinə bir müddət təxirə saldı. 1899-cu ildə 70 min vedrə dəniz suyunu təmizləyən qurğunun bir qədər gec fəaliyyətə başlaması [6, s.34-35] suyun bir vedrəsinin qiymətini 3/4 qəpikdən 1 qəpiyə qədər qalxmasına gətirib çıxardı. Hətta 1899-cu ilin yayında Volqadan gəmilərlə vedrəsi 1 qəpikdən suyun gətirilməsi məsələsi qaldırıldı [7, 66]. Həmin ilin 10 sentyabr tarixli iclasında işbaz Saruxanovun Kürdən gətirdiyi suyun 1 vedrənin qiymətinin 1,5 qəpiyə satacağını bəyan etməsi (əslində 1 vedrə suyun qiyməti 2 qəpiyə satılırdı) Bakıya kənardan suyun gətirilməsi məsələsinə bir daha aktuallaşdırmış oldu [4, v. 49].

1899-cu ilin aprelin 28-də Bakı şəhər dumasında hələ 1880-ci ilin mayında yaradılmış şəhər su təchizatı komissiyasının məruzəsində Kür çayı ilə yanaşı Samur çayından da su

---

\* 1 vedrə = 12,5 litr

kəmərinin çəkilməsi və şəhərdə kanalizasiya işlərinin təşkil edilməsi üçün şəhəri sutkada 3 milyon vedrə su ilə təmin edəcəyi məsələsi həllini tapan texniki layihələrə ehtiyac olduğu bildirilirdi. Bu məqsədlə şəhər duması tərəfindən 70 min rubl kreditin ayrılması haqqında sərəncam verildi. Bakı şəhərində su kəməri və kanalizasiya layihələrini tərtib etmək üçün tanınmış əcnəbi mütəxəssislərdən Sterker, Dümon və Lindleyə müraciətlər göndərildi [6, s.37]. Bakı şəhər duması bir az əvvəl dumanın nümayəndəsi Smolenskini 1899-cu ilin aprelin 4-dən 11-dək Odessada keçirilən Rusiya su mühəndislərinin dördüncü qurultayına Avropadan qoşulan ser Uilyam Lindleyi Bakı şəhərinə su çəkilişi üçün dəvət etməyə göndərmişdi. Mühəndis Lindley “onun şərtləri qəbul olunarsa Kür və Samur çaylarından su kəmərlərinin şəkilişi, şəhərin kanalizasiyasının qurulmasına razılıq verəcəyini” bildirmişdi [6, 37].

1899-cu ilin oktyabrında Bakıya gələn ser U.H.Lindley dərhal işə başladı. Vaxt itirmədən geoloq və mühəndislərin tədqiqat işlərinin nəticələri ilə tanış olan Lindley, müvafiq layihələrin işlənilməsi məqsədilə təklif olunan məntəqələrə, yəni ilk növbədə Samur çayına yola düşdü [6, 38]. Kür çayı barəsində onun hələ Tiflisdə olduğu zamanlardan (1895-ci ildən) məlumatı vardı. Ona görə də əsas diqqətini Samur çayı ətrafında mərkəzləşdirən Lindley oktyabrın 20-dən işlərini məhz bu istiqamətdə qurdu. On gündən çox davam edən axtarışlardan sonra Lindley su təchizatı üzrə Bakı şəhər komissiyasının noyabrın 4-də şəhər başçısı Fon der Nonne, idarə üzvləri M.A.Belyavski, A.Q.Ayvazov və V.S.Smolenski, komissiya üzvləri M.A.Unanov, A.Q.Vaçeyans, F.b.Vəzirov, V.İ.Qurdov, H.Z.Tağıyev, İ.P.Markarov, İ.V.Qoslavski, şəhər kimyaçıları S.U.Paşkovetski və A.N.Sokolovun iştirakı ilə keçirilən iclasında hesabat məruzəsi ilə çıxış etdi. Lindley çıxışında göstərirdi: “Mən digər üç mühəndis Enqliş, Dürqam və Şoll, həmçinin idarə üzvü Smolenski Qubaya çatan kimi Quba çayını tədqiq etdikdən sonra Alpan çayını keçməklə Qusar çayı axını ilə Ənik kəndinə, oradan Sudur, Xuluq və Tahirca kəndlərinə, Sudur çayı axını ilə Zuxul kəndinə və Samur çayına, Samur çayı axını ilə Axtıya və bir qədər də yuxarı Kaka kəndinə qədər gedərək, geriye Zuxuldan Həzrə, Yasab, Hil, Gündüzqala istiqamətində Qusara qayıtdıq. Qubadan yenə Rustov və Qonaqkənd, 10 verst yuxarı geriye isə Vəlvələ çayın axını ilə Vəlvələ poçt stansiyasına, oradan Dəvəçi, Qızılburun və Xıdırzindəyə, Giləzi stansiyasından dəmir yolu ilə Bakıya qayıtdıq” [8, v. 30-31]. Axtarışlar nəticəsində Alpan çayı ərazisində su bulaqlarının, Qusardan Ənik çayı istiqamətində bir sıra yerlərdə 6 min funta qədər qalınlığı olan çınqıl yatağının, yəni təbii su təmizləyicisinin, Sudur çayı vadisində çoxsaylı bulaqlar və böyük su mənbələrinin olduğu müəyyən edildiyini, Samur çayına gəldikdə bu çayın yuxarı axarında suyun miqdarının 30 kub metr / saniyə olduğu və Bakı şəhərinin yalnız 3 faizini təmin edəcəyini göstərən Lindley duma üzvlərini təmiz suyun axtarışlarını davam etdirilməsinin məqsədəuyğunluğunu onun tərəfinfən əldə etdiyi dəlillərlə inandırmağa çalışırdı [8, v. 31-31 arx]. Komissiyanın təkidi ilə Samur çayından su kəmərinin çəkilməsi məsələsini şərh edən Lindley bunun böyük texniki çətinliklərlə 15-16 milyon rubla başa gələcəyini göstərirdi.

Su təchizatı üzrə Bakı şəhər komissiyasının 1899-cu ilin noyabrın 12-də keçirilən iclasında Lindley ikinci dəfə idarə üzvü Smolenski və mühəndis Şolla birlikdə su axtarışına çıxdığını və Xudat stansiyasından Vələmir kəndini keçməklə Xəzər dənizi sahilinə, oradan geriye Xudata qayıdaraq Şollar və Qullar kəndləri ərazisini nəzərdən keçirdikdən sonra Xudat və Xaçmaz stansiyaları arasında qalan əraziləri tədqiq etdiyini bildirdi. Xudat stansiyası və Vələmir kəndi ərazisində Müşkür meşə sahəsində 10-11 dərəcəlik təmiz su axınının və dəniz sahilində iki sajen\* dərinliyində təmiz su quyusunun tapılması buralarda böyük su yatağının olmasına onda qəti əminlik yaratdığını söyləyən Lindley Şollar kəndinin iki verstliyində\*\* aşkar olunmuş böyük su mənbəyinin onun təxminlərini reallığa çevirdiyini böyük sevinc və ruh yüksəkliyi ilə komissuyanın nəzərinə çatdırdı. “Düzən ərazidə çox da dərin olmayan yarıqandan axan bulaqlar bütöv bir çay əmələ gətirir” deyən Lindley “belə su mənbəyinin Qullar kəndinə gedən yolda

---

\* 1 sajen = 2,48 m

\*\* 1 verst = 1,067 km

Fərzəli oba kəndi yaxınlığında, həmçinin səkkiz belə su mənbəyinin Xudat və Xaçmaz stansiyaları arasında qalan ərazilərdə də olduğunu” təsdiqləyirdi [8, v.38-38 arx].

Lindley vaxt itirmədən tezliklə yoxlama qazma işlərinin aparılmasına nail olmaqla özünün öncədən fikirləşdiyi planlarını reallaşdırmaq niyyətində idi. Lindleyə görə “Qafqaz dağlarının şimal yamaclarının sel suları ilə yuyulması nəticəsində və çoxlu xırda çayların deltalarının yaratdığı geniş bir düzənlik mövcuddur. Onların yaratdığı qatlar dənizə tərəf meyli olmaqla, əsasən su keçirici qum və çınqıldan ibarətdir. Bu qatların arasını gil pərdəsi tutur. Bütün bunlar bir yataqda, yaxud da ayrı-ayrı təbəqələr şəklində dağlardan dənizə doğru hərəkət edən güclü bir yeraltı axının olduğundan xəbər verir. Şahdağ dağ massivi üzəri güclü təbəşir çöküntüsü ilə örtülmüş Yuri formasıya aiddir. Yay mövsümündə suyun əksər hissəsini verən Şahdağın şimal yamacı Samur çayını, həmçinin ətrafdakı bir çox kiçik çayları və bulaqları su ilə təmin edir” [8, v. 31 arx.]. XX əsrin 20-ci illərində burada aparılan geoloji tədqiqatlar da bunu bir daha təsdiq etmişdi [7, 28]. Quba qəzasında aparılan tədqiqatlara böyük maraq göstərən, şəhərin su təchizatı işini qaydaya salmaq üçün daim fəallıq göstərən H.Z.Tağıyev su təchizatı üzrə Bakı şəhər komissiyasının 1899-cu ilin noyabrın 17-də keçirilən iclasında Xudat və Xaçmaz stansiyaları arasında qalan ərazilərə Lindleyin də iştirakı ilə baxış keçirməsini təklif etdi. H.Z.Tağıyevin bu təklifini qəbul etməyən komissiya üzvləri müzakirə olunan məsələnin mövzunu başqa səmtə yönəldə bildilər [8, v. 41-45 arx.].

Lindley özünün apardığı tədqiqatlarının nəticələrinə inanırdı və ona görə də böyük həvəslə layihələrin hazırlanması işinə başladı. Şollardan bir butulka bulaq suyu ilə Bakıya qayıdan Lindleyin su təchizatı üzrə komissiya üzvlərinin qarşısında etdiyi növbəti çıxışında yoxlama qazma işlərinin aparılması üçün əlavə 150 min rubl lazım gələcəyini bildirməsi böyük çaxnaşmaya səbəb oldu. Çıxışında gözlənilməz məbləğlərdən bəhs olunduğundan komissiya üzvlərinin bir qismi üzvlükdən imtina edəcəyini belə bəyan etmişdilər. Lindleyin əlini yelləyərək iclası tərk etməsi komissiya üzvlərinin narazılığına səbəb olmuşdu [9]. Bakı şəhər dumasının növbəti 1899-cu ilin 7 dekabr tarixli iclasında isə Lindleyin “yoxlama qazma işlərinin aparılması üçün əlavə 150 min rubl lazım gələcəyini” və bu məbləğ ayrılmadığı halda işlərin yarımçıq qalacağına bildirməsi duma üzvlərini fikrindən daşınmağa vadar etmişdi [Bax: 4, v. 56-60]. Lakin bu məsələ hələ də açıq qaldığından, Lindleylə müqavilə bağlanmadı [6, 38]. Həmçinin bütün idarə işçilərinin daxil edildiyi su təchizatı üzrə komissiya Lindleyə onun özü üçün tərtib etmiş olduğu layihədə nəzərdə tutmuş olduğu məbləğin ¼ hissəsini, yəni 9 min rublu ödəməyi qərara aldı. Lindleyin təklifi ilə onun tərəfindən tövsiyə edilmiş işçilərdən ibarət yaradılmış su kəmərləri çəkilişi üzrə xüsusi büro Samur-Bakı su kəmərinin çəkilməsini təşkil etmək məqsədilə niverlirləmə (yer səthi nöqtələrinin nisbi yüksəkliyinin təyin edilməsi) işlərinə göndərildi [10].

Bu vaxt Praqa şəhərinin kanalizasiyasının tikintisinə rəhbərlik edən Lindley Bakıdakı işini yarımçıq qoyaraq geri qayıtmalı olmuşdu. 1900-cü ilin sentyabrında su təchizatı üzrə komissiya Lindleyə işlərini davam etdirmək üçün Bakıya gəlməsini təklif etdi. O, özünün xəstələndiyini və atasının dünyasını dəyişdiyini bildirməklə, vaxtını uzatmağa “layihənin qiymətini qaldırmağa” çalışırdı. Nəhayət, “komissiyanın fevralın 1-də Bakıya gələrək, şəhərlə üzlüşmək” haqqındakı məktubundan sonra Lindley şəhər başçısına, komissiyanın iclasında da müzakirəyə qoyulduğu cavab məktubunu yazdı. Məktubunda layihənin qəbul olunmamasından narahatlığını bildirən Lindley buna görə komissiya üzvlərini günahlandırırdı [10]. Bununla belə Lindley Samur-Bakı su kəmərinin çəkilməsi üzrə layihənin tərtib olunmasını Çarlz Şolla tapşırıldığını və bunun üçün onun təlimatlandırıldığı haqqında teleqram yazmaqla şəhər idarəsinin və komissiyanın gözünü yolda qoymuş oldu [11]. Belə olan təqdirdə su təchizatı üzrə komissiyanın 1901-ci ilin aprelin 19-da keçirilmiş iclasında iclas sədrinin şəhər hüquq məsləhətxanasının təqdim etdiyi Lindleyin şəhərlə bağlanan müqavilənin bilərəkdən pozduğu haqqında məruzəsi dinlənildi. Məruzə Lindleyin ona təyin olunmuş müddətdə, yəni aprelin 1-ə kimi, Samur-Bakı və Kür-Bakı su kəmərlərinin çəkilməsi barəsindəki layihələrin tərtib edilmədiyini, hətta yeraltı suların axtarışını belə başa çatdırılmadığı üzərində qurulmuşdu [11].

1901-ci ilin mayın 10-da Bakıya qayıdan Lindley Samura gedərək işlərin gedişi ilə maraqlandı. Lindley iyun ayında keçirilən iclaslarda mühəndisləri ilə birlikdə su təchizatı üzrə komissiya qarşısında izahat xarakterli çıxışını etdi. Onun geniş çıxışı komissiya üzvlərində layihə üzrə işlərin müvəffəqiyyətlə icra edilməsi haqqında təəssüratlar yaratdı. İclaslarda baş tutan debatlarla komissiya üzvləri ayrı-ayrılıqda Bakı şəhər dumasına Samur çayında aparılan işlərinin və yeraltı suların axtarışlarının davam etdirildiyi haqqında məruzə etməyi qərara aldılar. Komissiya üzvləri Lindley tərəfindən qazma işlərin görülməsi üçün 30 min rubl (bütövlükdə bu qazma işinin görülməsi 500 min rubla başa gələcəkdi) ayırmağı dumadan xahiş etdilər. Duma komissiyasının bu xahişini rədd etdi və Samur çayında aparılan işlərin və yeraltı suların axtarışlarının başa çatdıracağı təqdirdə 25 min rubl ayıracağını bildirdi [6; 12].

Nəhayət, Lindley 1901-ci ilin iyunun 23-də Bakı şəhər duması ilə müqavilənin bağlanmasına nail oldu. Müqaviləyə görə Lindley işlərin davam etdirilməsi üçün 35 min rubl ayrılırdı [6, 38]. Müqavilədə axtarış işlərinin Şəhər idarəsinin də marağında olduğu Samur-Bakı, Kür-Bakı su kəmərlərinin çəkilməsi və şəhərin kanalizasiyasının tikintisi nəzərdə tutulurdu. Bu məsələnin Şəhər idarəsinin 1901-ci ilin sentyabrın 12-də keçirilən iclasında müzakirəyə çıxarılmasına baxmayaraq [4, v. 63-64], Lindleyi yalnız və yalnız Şollar suyu maraqlandırır. H.Z.Tağıyev iyun ayında (Lindleylə Şəhər duması arasında müqavilə bağlandıqdan sonra) Şəhər idarəsinə məktubla müraciət edərək mühəndis Lindley tərəfindən bulaq suyunun axtarışına öz hesabından 25 min rublun ayıracağını bildirdi, əgər axtarışlar qənaətbəxş olarsa və yaxud bulaq suları şəhərin tələbatını ödəyəcəkdisə, şəhər onun pulunu geri qaytarmalı idi, əks təqdirdə Tağıyev bütün bu xərcləri öz üzərinə götürürdü. Bakı şəhər dumasının həmin ilin oktyabrın 9-da keçirilən iclasında məhz bu məsələ, yəni “H.Z.Tağıyevin 25 min rublun şəhərə suyun gətirilməsi məqsədilə Quba qəzasında bulaq suyu axtarışlarının aparılmasına verməsi təklifi” müzakirə olundu. Müzakirədə söz alan Antonov bulaq suyunun axtarışı məsələsinin duma tərəfindən, bunun 25-30 min rubl vəsait tələb edəcəyi ilə bağlı olaraq deyil, əsas məsələdən yayınmaması üçün imtina edildiyini və Tağıyevin təklifinin müqavilənin icrasına heç bir maneçilik törətməyəcəyinə inandığını bildirdi. H.b.Zərdabi və Ə.b.Topçubaşov Şəhər idarəsinin məruzəsində su təchizatı üzrə komissiyasının “şəhər bulaq sularından istifadə edəcəyi təqdirdə Tağıyevə bu pulun qaytaracağını təsdiq edən” qərarın mütləq olmasını bəyan etdilər. Digər üzvlər tərəfindən də həmçinin H.Z.Tağıyevin bu təklifi təqdirəlayiq hesab olundu [4, v. 65-65 arx.]. H.Z.Tağıyevin bu təklifi Lindleyin Şollar suyunun Bakıya çəkilməsi ilə bağlı olan tərəddüdlərini aradan qaldırmış, onun qətiyyətliliyini artırmış oldu.

Lindley işlərini əvvəlcədən nəzərdə tutduğu qaydada həyata keçirməyə başladı. Axtarış işlərinin aparılması üçün bütün məsrəflərin müqaviləyə görə şəhər hesabından ödənilməsi qərara alınmışdı. Suyun analiz edilməsi edilməsi üçün iki laboratoriya təşkil olundu. Bunlardan birincisi kimyəvi analizlər üçün Qusarda, ikincisi isə bakterioloji analizlərin aparılması üçün Kür çayı sahilindəki Ərəbşahverdi kəndində açıldı [6, 38].

Mühəndis Çarlz Şoll Şahdağın ətəklərində yerləşən geniş ərazinin işlənilməsi üçün yaradılan geoloji ekspedisiyasının rəisi təyin olundu. Xüdatda qızdırma xəstəliyinə tutulan Şollun rəhbərlik etdiyi ekspedisiya ağır yüklü at arabaları ilə nəzərdə tutulmuş bölgəyə gələrək işə başladı. 1902-ci ilin yanvarın 12-dən 30-dək 17 yerdən analiz olunmaq üçün su nümunələri götürüldü. Yanvarın 12-dən 16-dək Axtıçaydan, Usuxçaydan, 24-də Qusarçayın yuxarı axarından 3 yerdən, yanvarın 27-də Həzrə kəndi ərazisində iki yerdən, yanvarın 28-də Həzrə və Zugul çaylarından və habelə bu çayların Samura töküldüyü yerlərdən, yanvarın 29-da Samurun Zeyxur kəndi yaxınlığındakı axarından, Qullar kəndi yaxınlığındakı axarından, Hacıfərəco-ba və Şollar bulaqlarından götürülən nümunələr yoxlanılmaq üçün laboratoriyaya göndərildi [13, v. 31, 33 və 38 arx.]. Lindley 1902-ci ilin aprelin 1-də Şollarda axtarış işlərini qurtarmalı [12], 1902-ci ilin oktyabrın 1-də Samur və Kür çaylarından su kəmərlərinin və habelə şəhərin kanalizasiyasının tikintisi haqqındakı layihələrini hazırlayaraq başa çatdırılmalı idi.

1902-ci ilin aprelin 1-də Şollun yerinə təyin olunmuş digər mühəndis Ştrenq (aprelin 5-də) komissiya qarşısında ilkin axtarış işlərinin hələ başa çatdırılmadığı haqqında məlumat

verdi. Lindleyin ona “əgər şəhər işlərin davam etdirməsinə icazə verməzsə, onda bütün əldə etdiyi göstəricilərlə Frankfurta qayıtmasının” məsləhət görməsini Ştreq tərəfindən komissiya qarşısında səsləndirilməsi, komissiyayı ciddi tədbirlər görməyə vadar etdi. Belə ki, komissiya tərəfindən tezliklə kəmərlərin çəkilişi üzrə buronun bağlanması və Lindleyin işçilərinə maaşların verilməməsinə qərar verildi. Lindley işləri yarımçıq qoymayaraq, onunla bağlanmış müqavilənin şərtlərinə əməl edilməsinə “dəvət” olundu [14].

1902-ci ilin avqustunda yeni təyin olunmuş Bakı şəhər başçısı A.İ. Novikovla birlikdə Bakıya gələn Lindley tezliklə Su kəmərlərinin çəkilməsi üzrə komissiya qarşısında hesabat verilməsi üçün həmin ayın 20-də çağırılmış iclasa dəvət olundu. Su kəmərlərinin çəkilməsi üzrə komissiyanın sədri iclası açıq elan edərək şəhər idarəsinin və şəhər dumasının fəvqəladə iclasında ediləcək məruzəsini oxudu. Məruzəyə görə şəhər idarəsi şəhər dumasına Samur və Kür çaylarından su kəmərlərinin çəkilməsi layihələrinin hazırlanması üçün ayrılmış 35 min rubldan 9 min rublu bu işlərin həyata keçirilməsinə, 10 min rubl axtarıqların aparılmasına görə Lindleyə ödənilməsinə, 10 min rublu su kəmərləri bürosu işçilərinin əmək haqqı, 1 500 rubl və 1000 rubl bakterioloji tədqiqatlara, 10 000 rublu evlərin kirayəsi haqqı kimi verilməsinə, bundan əlavə torpaqaltı işlərin davam etdirilməsi üçün 20 000 rubl lazım gəldiyini bəyan etdi. İclasda iştirak edən Lindley onun tərəfindən aşkarlanan su mənbələrinin suyunun mühəndis Konridinin vaxtilə Bakı ətrafında üzə çıxardığı su mənbələrinin suyundan həm keyfiyyət və həm də kəmiyyət cəhətdən müqayisə olunmaz dərəcədə fərqləndiyini göstərirdi. Benkendorfun “Şollar su mənbəyi ilə əlaqədar əldə olunan məlumatlar azlıq təşkil etmirmi?” sualına Lindley “mənə Kür və Samurla əlaqədar iki layihənin hazırlanması tapşırılmışdır, Kürə bağlı əldə olunan nəticələr acınacaqlıdır, Samurdan Bakıya 200 verst uzunluğunda su kəməri ilə isti su alacaqsınız” cavabını verdi [15].

Dumanın həmin gün axşam saat 7.30-da başlanan, çoxlu sayda kənar adamların iştirakı ilə keçirilən iclasında Şəhər idarəsinin bulaq suyunun axtarılmasına 165 min rublun ayrılması haqqındakı smeta layihəsi oxunulan zaman onun ayrı-ayrı bəndləri ilə bağlı qızğın müzakirələr başlandı. Üçüncü dəfə yeraltı su haqqında danışdığına görə üzr istəyərək Lindley “onun vəziyyətinin həkimin xəstəyə həna lazım olduğu halda, xəstənin tiryək tələb etməsinə oxşayır” dedi. “Əgər Allahın sizə bağışladığı yer altından axan bulaqları, təbii süzgəcləri göstərməsəm, onda özümü cinayətkar hesab etmiş olaram, səhvlərinizə görə gələcək nəsillər qarşısında cavabdeh olmaq istəmirəm. Tərəfindən göstərilən bulaqlar daim 7 milyon vedrə\* təmiz su verə bilər və bu miqdarı gələcəkdə artırmaq olar. Bulaqların suyu yayda da qışdakı kimi soyuqdur. Codluğu nə aşağıdır, nə də yuxarı ... . Kəmərlərin təhlükəsizliyinə gəldikdə, seysmik hadisələr kəmərləri zədələyə bilər. Lakin bundan fərqli olaraq, Kürdən çəkilən su kəməri vulkanların olduğu ərazilərdən keçdiyindən zəlzələyə daha tez məruz qala bilər”. Nəhayət, Lindleyin çıxışına münasibət bildirən дума üzvləri Bakının ehtiyat kapitalından 135 min rubl məbləğində pulun şimal, 18 min rublun cənub su mənbələrinin axtarılmasına yönəldilməsinə qərar verdi və böyük səs çoxluğu ilə Şəhər başçısı A.İ. Novikovdan Tiflisə gedərək Qafqazın Baş rəisi qarşısında bəhs olunan məsələnin qaldırmasını xahiş etdi [16].

Onu da qeyd etmək yerinə düşərdi ki, bu iclasda Lindley böyük tənqidlərə və təpkilərə məruz qaldı. Lindleyin çıxışları yenə də iclas iştirakçılarından bəhs olunan layihələrlə bağlı suallarını cavablandırmış oldu. İclas üzvlərinin ən fəal iştirakçılarından biri hesab olunan H.Z. Tağıyev həmin iclasda çıxışında “əgər mən Lindley olsaydım çoxdan Bakını tərk etmişdim” demişdi. İclasda söz alan Lindley “Siz ingilis buldoqlarını tanıyırsınız. Mən ingilis buldoquyam. Onları kəssələrdə diş ilə tutduqlarını buraxmırlar. Mən Bakıdan bu cür yapışmışam. Bakıya su verəcəyəm. Özü də yaxşı su... . Mən sizə qulluq etmirəm və sizin üçün işləmirəm. Mən kasıb bəkililərə su vermək istəyirəm. Siz bu işi məhv edə bilməzsiniz” söyləmişdi [17, 104-105]. Lindley çıxışında “Avropanın Frankfurt, Paris kimi bu və ya digər böyük şəhərlərinin çoxunun bulaq suyuna nail olmaq üçün hər şeyi qurban verməyə hazır

---

\* 1 vedrə=12,5 litr.

olduğunu” xüsusi olaraq qeyd edirdi [18]. Lindley “Bakı şəhərinin su təchizatı” mövzusunda məruzəsində göstərdi: “Çoxlu şəhərlərin su təchizatı ilə bağlı məsləhətləşmələrim olmuşdur. Heç bir yerdə yeraltı suyun keyfiyyətinin bulaq suyunun keyfiyyəti ilə eyni olduğunu görməmişəm. Həm də birinci dəfə görürəm ki, axar çayın suyu bulaq suyuna bərabər tutulur. Bu günə kimi heç bir şəhərə kəmərlə bulaq suyunun çəkilməsi, çay suyundan ucuz başa gəlməmişdir. Bu hadisənin yalnız Bakıda şahidi ola bilərik” [19, 7 və 8].

Bütövlükdə çay əmələ gətirən Şolların su mənbəyini gördüyünü, onun suyundan içdiyini qeyd edən Bakı şəhər başçısı A.Novikov Lindleyin layihəsinin ideyasının çox sadə olduğunu elə Lindleyin özünə istinad edərək göstərdi: “Siz, dumada Lindleydən Kür və Samur çaylarından suyun çəkilməsini istəyirsiniz. Həm Kürün və həm də Samurun suyunun süzgəcdən keçirilməsi və yuxarı qaldırılması lazım gəlir. Şahdağdan süzülərək gələn tamamilə təmiz yeraltı Şollar suyunu Siz öz axını ilə alacaqsınız. Bu suyun qiyməti Bakıda Kür və Samur suyundan iki dəfə ucuz başa gəlir” [17, 102].

A.Novikov sonra yazırdı: “Süzgəcdən keçirilərək şəhərə gətiriləcək Samur suyunun 100 vedrəsinin qiymətinin 20 qəpiyə, Hil təpəliklərindən süzülərək gələn yeraltı suyun 100 vedrəsinin qiymətinin 10 qəpiyə başa gələcəyini təsdiq edən Lindley Şollar suyunun Hil suyundan baha, Samur suyundan ucuz olacağını sübut etməyə çalışırdı”. Şəhər başçısı elə buna görə də 125 min rublun Hil yeraltı suyunun, 15 min rublun Şolların su mənbələrinin axtarışlarına, 10 min rublun qeydiyyat işlərinin aparılmasına, 30 min rublun isə Samur və Kürdən suyun çəkilməsinin davam etdirilməsinə nəzərdə tutulduğunu və bunun işin xeyrinə olduğunu göstərdi [17, s. 102].

Lindleyin çıxışlarının onun tərəfindən tərcümə olunduğunu oxucularının diqqətinə çatdıran şəhər başçısı yazırdı: “Tağıyev дума üzvlərini şəhərin xeyrinə Lindleyin dedikləri ilə razı olmalarını ayaq üstə dayanaraq tatar (Azərbaycan-R.N.) dilində ucadan əminliklə müraciət etməsi işi ölü nöqtədən qaldırdı. Mən nəhəng su məsələsinin düzgün yola istiqamət götürdüyünü hiss etməyə başladım. Mən otuz ildə eləyə bilmədiklərini bu iclasda yerbəyer edə bildim” [17, s. 219].

İclasların birində Lindleyə deyəndə ki, “Samurla Şollar arasında olan fərqi nədə görürsüz?” Lindley demişdi: “Samur Şahdağdan torpağın üstü, Şollar da Şahdağdan süzülərək yerin təki ilə axır. Şollar on iki verst torpağın altında Allahın özü tərəfindən süzgəcnə keçirilmiş təmiz bulaq suyudur” [17, 103]. Bu çıxışından sonra Şollar böyük maraq kəsb etməyə başladı. Nəticədə, yeni Şəhər başçısının Lindley tərəfindən axtarış işlərinin 1902-ci ilin iyulun 2-nə kimi uzadılması və layihələrin 1903-cü ilin yanvarın 15-də təhvil verilməsi haqqındakı təklifi dumanın iclasında böyük səs çoxluğu ilə qəbul olundu [14].

Bununla da, Lindley böyük çətinliklə də olsa bulaq suyunun axtarılması işinə başlamağa nail oldu. Onun tərəfindən axtarışlar 1902-ci ilin iyunundan 1903-cü ilin martına kimi davam etdi. 1903-cü ilin payızında Lindley nümayəndələri mühəndislər Durqam və fon Pfiffer vasitəsilə Kür çayından su kəmərinin çəkilməsi haqqında tərtib etdiyi layihəni Bakıya göndərdi. Lindley Şollardan su kəmərinin çəkilməsi ilə bağlı layihənin tərtib edilməsini və habelə müqaviləni bağlamağı onlara həvalə etmişdi. Müqavilə noyabrın 23-də imzalandı [6, 42]. Su kəməri layihəsinin bir il müddətində axtarış işləri başa çatdıqdan sonra təqdim olunması nəzərdə tutulurdu. Xüsusi danışıqlar aparıldıqdan sonra qazma işləri fransız qazma cəmiyyəti olan Xartsizskiyə tapşırılmışdı.

1904-cü ilin fevralın 3-də Lindleyin rəhbərliyi altında Şollarda sınaq qazma işlərinə başlandı. Birinci quyu Xudat stansiyasının 5 verstliyində Şollar bulaqlarının yaxınlığında qazıldı. Fransız qazma cəmiyyəti ləng işləyirdi. Büronun Bakının su təchizatı idarəsinin rəisi H.D.Əmirova aprelin 12-nə ünvanladığı məktubunda ekspedisiyaya Şollardan iki yerdən, Fərzəlioba kəndi kəndi yaxınlığında bir yerdən Qubalı və Həsənqala kəndləri ərazisində dörd yerdən, Ləcətoba və Susay kəndləri ətrafında, bütövlükdə 10 yerdən yoxlama axtarış işlərinin aparılması təklif olunmasına baxmayaraq, işlərin ləng həyata keçirildiyi haqqında məlumat verilir [20, v.11]. May ayına kimi cəmiyyət tərəfindən cəmi 4 buruq quyusu qazılmışdı. İşlərin ləng icra edilməsindən xəbər tutan Lindley Su təchizatı üzrə komissiyaya işi fransız

cəmiyyətdən alınaraq qazma işlərinin təsərrüfat üsulu ilə davam etdiriləcəyini bəyan etdi. Qazma işlərini yerində yoxlayan komissiya Bakı şəhər dumasının və Bakı şəhər idarəsinin 1904-cü ilin iyunun 4-də keçirilən iclasında məruzə etdi. bundan sonra Şollar və ətraf ərazilərdə aparılan qazma işləri dayandırılması haqqında qərarı verildi və iyunun 5-də fransız cəmiyyəti işlərini dayandırmalı oldu [20, v.11].

Qazma işlərinin dayandırılmasının digər səbəbi Rusiya-Yaponiya müharibəsinin başlanması oldu ki, bu da şəhərin su təchizatı məsələsini ikinci plana atdı. Müharibənin gedişində Rusiyada başlamış coşğun inqilabi hadisələr isə Bakı su kəmərinin tikintisi məsələsinin həllini bir neçə il də ləngitdi. Bu zaman ser Uilyam Harleyn Lindley Amsterdamda, Hamburqda, Helsində, Xanadda, Lorzda, Peştdə, Praqada, Varşavada, Buxarestdə və Xorvatiyada su kəmərləri, sututarlar, suelektrik stansiyaları, kanallar, su-nasos stansiyalarının layihələşdirilməsi və inşası ilə məşğul idi.

1907-ci ilin sonlarında Bakı şəhər dumasının iclasların birində yenə də Bakı şəhərinin su təchizatı məsələsi müzakirə obyektinə çevrildi. Ona görə də Lindley yenidən Bakıya dəvət olundu [21, s. 16]. Bakı şəhər idarəsinin başçısı Rayevski 5 aprel 1908-ci il tarixli məktubunda Şollarda buruq - qazma işlərinin başa çatdırılmasını Lindleyə həvalə edilməsindən bəhs olunurdu. Məktubda “buruq işlərinin Lindley tərəfindən icra etdirilməsinə ümid etdiyi” bildirilirdi [22, v.136-136 arx.]. 1908-ci ilin sonuna kimi bütün axtarış işlərini başa çatdıran Lindley 1909-cu ilin martın əvvəllərində Şəhər idarəsinə Bakı şəhərinin Şollardan və eyni zamanda Kür və Samur çaylarından su kəmərlərinin çəkilməsinin əsas ilkin layihələrini təqdim etdi [7, 67].

1909-cu ilin mart ayın 15-dən 22-nə kimi Tiflisdə Rusiya su kəmərləri işçilərinin 9-cu qurultayı keçirildi. Dəvət olunanlar arasında Lindley də vardı. Bu qurultayda “Bakı şəhərinin su təchizatı haqqında” mövzusunda çıxışında Lindley Şollar bulaqları qrupuna daxil olan suyun miqdarının sutkada 6 milyon vedrə hesablandığını göstərirdi. “Şollardan bir qədər şimalda və cənubda olan bulaqların suyunu buraya əlavə etsək sutkada 12 milyon vedrə miqdarında su olar” deyən mühəndis Şollardan suyun kəmərlə çəkilməsinin böyük səmərə verəcəyini vurğulayırdı. Qurultay Bakı su kəmərinin Şollardan çəkilməsinin məqsədəuyğunluğu barədə qərar qəbul etdi [23, 383-396].

Qurultay başa çatdıqdan sonra Lindley Bakıda Texniki cəmiyyət nümayəndələri və şəhər duması üzvlərinin qarşısında da çıxış etdi. Dövrün tanınmış mühəndisinin “Şollarda illərlə aparılan tədqiqatların burada bol suyun olduğunu və bu suyun şəhərin tələbatını artıqlaması ilə ödəyəcəyi” haqqındakı müddəaları iclas iştirakçılarını inandıra bildi. “Biz nəhəng su yatağını tapmışıq”- deyən Lindley suyun miqdarının 12 milyon vedrədən 15 milyon vedrəyədək olacağını təsdiqləyirdi [19, 7 və 8].

Duma, nəhayət ki, Bakı-Şollar su kəmərinin çəkilişi barədə çoxdan gözlənilən qərarı qəbul etdi. Qərara görə Bakının və ətrafının yeni su kəmərinin müfəssəl layihələndirmə və inşası işlərinə ümumi rəhbərliyin və nəzarətin mühəndis Vilyam Lindleyə tapşırıldı [13, v. 68-69 arx.]. Şəhər rəhbərliyi Bakı su kəmərinin çəkilişi üçün 23,5 milyon rubl məbləğində dövlət istiqraz vərəqələrinin buraxılması üçün hökumət qarşısında vəsatət qaldırdı. oktyabrın 6-da 1909-cu il çar

Su kəmərlərinin və suyun müqayisəli qiymətləndirilməsi

Tələb olunan xərclər	Su mənbəyindən şəhərə qədər aparılacaq inşaat işlərinin qiymətləndirilməsi		
	Kür çayı	Samur çayı	Şollar bulaqları
<b>I. Sutkada 3 milyon vedrəlik suşırma tikinti avadanlıqları, metal sifonlar, nasos stansiyalarının və s., habelə sutkada 6 milyon vedrəlik daş su qurğularının dəyəri</b>			
Əsas kapital	14,5 milyon rubl	18,5 milyon rubl	15,5 milyon rubl
Faiz kapitalı və illik ödəniş	1 111 341 rubl	1 339 709 rubl	1 114 143 rubl
İllik istismar	185 400 rubl	88 500 rubl	106 400 rubl
İllik yekun	1 296 741 rubl	1 428 209 rubl	1 220 543 rubl
100 vedrə suyun qiyməti			
şəhərə kimi	14,2 qəpik	15,7 qəpik	13,5 qəpik
şəhərə paylandıqda	18,5 qəpik	20,0 qəpik	17,7 qəpik
<b>II. Sutkada 6 milyon vedrəlik bütün suşırma qurğuların dəyəri</b>			
Əsas kapital	20,5 milyon rubl	23,4 milyon rubl	18,3 milyon rubl
Faiz kapitalı və illik ödəniş	1 602 786 rubl	1 710 959 rubl	1 368 634 rubl
İllik istismar	279 900 rubl	108 800 rubl	154 700 rubl
İllik yekun	1 882 686 rubl	1 819 759 rubl	1 523 700 rubl
100 vedrə suyun qiyməti			
şəhərə kimi	10,3 qəpik	10,0 qəpik	8,4 qəpik
şəhərə paylandıqda	13,0 qəpik	12,7 qəpik	11,1 qəpik
<b>III. Sutkada 9 milyon vedrəlik bütün suşırma qurğuların dəyəri</b>			
Əsas kapital	29,1 milyon rubl	32,3 milyon rubl	27,8 milyon rubl
Faiz kapitalı və illik ödəniş	2 280 950 rubl	2 367 855 rubl	2 106 318 rubl
İllik istismar	410 500 rubl	149 800 rubl	213 800 rubl
İllik yekun	2 691 450 rubl	2 517 655 rubl	2 278 118 rubl
100 vedrə suyun qiyməti			
şəhərə kimi	9,8 qəpik	9,2 qəpik	8,3 qəpik
şəhərə paylandıqda	12,4 qəpik	11,8 qəpik	10,3 qəpik
<b>IV. Sutkada 12 milyon vedrəlik bütün suşırma qurğuların dəyəri</b>			
Əsas kapital	36,0 milyon rubl	39,6 milyon rubl	31,1 milyon rubl
Faiz kapitalı və illik ödəniş	2 829 893 rubl	2 889 529 rubl	2 341 329 rubl
İllik istismar	506 700 rubl	172 100 rubl	262 800 rubl
İllik yekun	3 336 393 rubl	3 061 629 rubl	2 604 129 rubl
100 vedrə suyun qiyməti			
şəhərə kimi	9,2 qəpik	8,4 qəpik	7,1 qəpik
şəhərə paylandıqda	11,7 qəpik	10,0 qəpik	9,0 qəpik

Cədvəl “Şollar-Bakı su kəməri” layihənin müəllifi ser Vilyam Harleyn Lindleyin Tiflisdə keçirilən Rusiya su kəmərləri işçilərinin 9-cu qurultayında etdiyi “Bakı şəhərinin su təchizatı haqqında” mövzusunda çıxışından götürülmüşdür.

II Nikolay məbləği 27 milyon rubla qədər artıraraq bu vəsatəti təmin etdi. Həmin vəsaitin 3,5 milyon rublu şəhərin ehtiyaclarına sərf edilməli idi [24].

Beləliklə, Lindleyin layihəsi əsasında çəkilmiş Birinci Bakı su kəməri mənbəyini Bakıdan 187 kilometr məsafədə - Xaçmaz rayonunun Şollar kəndindəki yeraltı sulardan götürür. “Şollar” mənbəyi 24 artezian quyusundan, eləcə də lay və bulaq sularından qidalanır.



“Şollar” suyu 1917-ci ilin yanvarın 21-22-də Bakı əhalisinə çatdırıldı. Həmin il tarixə “Bakı-Şollar” su kəmərinin açılışı günü kimi düşdü. 1917-ci ildən fasiləsiz fəaliyyət göstərən bu mənbənin məhsuldarlığı demək olar ki, dəyişmədi. “Şollar” ilin bütün dövründə orta hesabla saniyədə 1 270 litr su verir.

### Ədəbiyyat siyahısı

1. “Kaspi” qəzeti, № 212, 1899-cu il
2. Рудольф Гиль, Привет из Баку (Архивные документы сквозь столетия), Nərgiz nəşriyyatı, Bakı, 2014. 388 s.
3. Васильев К.Г., Сегал А.Л. История эпидемий в России. Материалы и очерки. Москва, Государственное издательство медицинской литературы, 1960, 398 с.
4. Azərbaycan Respublikası Dövlət Tarix Arxivi, f. 389, siy. 7, iş 1.
5. Обзор трех конкурсных проектов водоснабжения города Баку из реки Куры, составленных инженерами М.И.Алтуховым, А.Дюмоном и Г.Г. Ройтом. СПб.: Типо-литография Р. Голике, 1894, 77 с.
6. Лукомский Н. К истории Бакинского водопровода // Известия Бакинской городской думы. Часть 1-я. № 9-10, 1915 г., с. 29-43.
7. Эксперты и заключения по захватным сооружениям и водоводу Баку-Шолларского водопровода за время 1923-1928 годы. Баку: Типография III Интернационал, 185 с.
8. Azərbaycan Respublikası Dövlət Tarix Arxivi, f. 389, siy. 7, iş 6.
9. “Kaspi” qəzeti, 7 iyul 1900-cü il.
10. “Kaspi” qəzeti, 24 mart 1901-ci il.
11. “Kaspi” qəzeti, 21 aprel 1901-ci il.
12. “Kaspi” qəzeti, 10 aprel 1902-ci il.
13. Azərbaycan Respublikası Dövlət Tarix Arxivi, f. 389, siy. 7, iş 14.
14. “Kaspi” qəzeti, 6 yanvar 1903-cü il.
15. “Bakinskiye izvestiye” qəzeti, 21 avqust 1902-ci il.
16. “Bakinskiye izvestiye” qəzeti, 22 avqust 1902-ci il.
17. Записки городского головы Александра Новикова. СПб., типография М.М.Стасюлевича, 1905, 254 с.
18. “Kaspi” qəzeti, 22 avqust 1902-ci il.
19. Водоснабжение города Баку. Баку, типография товарищества Кавказского печатного дела «Каспий», 1909, 14 с.
20. Azərbaycan Respublikası Dövlət Tarix Arxivi, f. 389, siy. 7, iş 16.
21. Баку-Шолларский водопровод. Баку: Типография III Интернационал, 1925, 167 с.
22. Azərbaycan Respublikası Dövlət Tarix Arxivi, f. 389, siy. 7, iş 21.
23. Доклад В.Х.Линдлея О водоснабжении города Баку // Труды девятого русского водопроводного съезда в Тифлисе. 1909. Выпуск 3. Издание постоянного бюро водопроводных съездов. Москва, Типография «Печатное дело».
24. Собрание узаконений и распоряжений правительства, издаваемое при правительствующем сенате. Отдель I. № 38, 5 март, 1910 г., ст. 374.

### ИЗ ИСТОРИИ ИЗЫСКАНИЯ ИСТОЧНИКОВ ПИТЬЕВОЙ ВОДЫ В СЕВЕРНОМ АЗЕРБАЙДЖАНЕ В НАЧАЛЕ XX ВЕКА: ШОЛЛАР

**Нифталиев Р. Ю.**

*Институт истории им.А.А.Бакиханова НАН Азербайджана, г. Баку,  
ramilniftali@rambler.ru*

### РЕЗЮМЕ

Статья посвящена одной из острейших проблем в истории Северного Азербайджана на рубеже XIX-XX вв., связанной с водоснабжением г. Баку.

В работе на основе различных источников и материалов, относящихся к исследуемому периоду времени подробно рассмотрены все этапы подготовки, проектирования грандиозного проекта того периода по водоснабжению крупного города Российской империи и самого крупного на всем Кавказе, каковым являлся г. Баку.

В статье также приводятся ценные сведения из доклада сэра Линдлея В.Х., сделанного им на 9-ом русском водопроводном съезде в Тифлисе в 1909 года.

## **FROM THE HISTORY OF EXPLORATION OF DRINKING WATER SOURCES IN NORTHERN AZERBAIJAN IN THE EARLY 20TH CENTURY: SHOLLAR**

**Niftaliyev R. Y.**

*Institute of History of Azerbaijan National Academy of Sciences, Baku,  
ramilniftali@rambler.ru*

### ***SUMMARY***

The article is devoted to one of the acute problems in the history of Northern Azerbaijan at the turn of the XIX-XX centuries, related to the water supply of Baku.

In this paper, on the basis of various sources and materials related to the investigated period is studied in detail all the stages of preparation, designing of the grandiose project on water supply of the biggest city of the Russian Empire of the period and the biggest on the Caucasus, which was city of Baku.

It also provides valuable information from the report made by Sir H.Lindley on the 9<sup>th</sup> Russian Water Congress held in Tiflis in 1909.

## ГАДЖИ ЗЕЙНАЛАБДИН ТАГИЕВ И ВОПРОС ВОДООБЕСЧЕНИЯ ГОРОДА БАКУ В КОНЦЕ XIX – НАЧАЛЕ XX ВВ.

Гасанов Г.Н.

*Института истории им. А.А.Бакиханова НАН Азербайджана, Баку,  
hacihasanov@mail.ru*

Баку один из древнейших азербайджанских городов, расположенный в юго-западной части Абшеронского полуострова на берегу Каспийского моря, в течение многих веков играл и играет значительную роль в социально-экономической, общественно-политической и идейно-культурной жизни не только Азербайджана и Южного Кавказа, но и всего кавказского мегарегиона в целом. Он вместе с Дербендом, Гаджи Тарханом (Астраханом), Энзели являлся одним из важных морским портом Каспийского бассейна. В средние века Баку – один из столичных городов Ширванского государства (861-1538 гг.), один из оплотов-крепостей Азербайджанского государства Сефевидов (1501-1736 гг.), столица одноименного ханства (1747-1806 гг.), и наконец, порт-крепость, куда так стремились многие завоеватели, в т.ч. генерал от инфантерии П.Д.Цицианов, который нашёл свою смерть у крепостных стен этого города в м. Нахирбулаг февраля 1806 года.

С октября 1806 года Баку был оккупирован российскими войсками и был превращён в центр одноимённой сначала провинции (1806-1840 гг.), а потом и уезда (1841-1917 гг.) в составе Каспийской области (1841-1846 гг.) и Шемахинской губернии (1846-1859 гг.). После страшного Шемахинского землетрясения 1859 г. губернский центр был перенесён из Шемахи в Баку, который становится центром одноимённой губернии вплоть до падения оккупационного романовского режима в Северном Азербайджане (и даже некоторое время после этого). Вскоре после этого, и особенно после ликвидации откупной системы в нефтяной промышленности в 1872 года [см.: 2; 3; 5], Баку, который до 1859 г. оставался обычным провинциальным городом, где численность населения не достигала даже и 9 тыс. человек, стал стремительно развиваться. За очень короткий срок, а именно – в последние трети XIX века он превратился в промышленный гигант со 110 тыс. населением, центр нефтяной промышленности не только Российской империи, но и всего мира, в «Нефтяную Академию» мира [см.: 2; 3; 5].

Однако благоустройство, и особенно водообеспечение этого промышленного гиганта оставались в плачевном состоянии, антисанитария приводила к систематическим вспышкам холеры и др. эпидемических болезней, уносящих сотни и сотни жизней.

Кягризи и колодцы, оставшиеся ещё с ханских времён, естественно, уже не удовлетворяли даже самых насущных потребностей [1, сс. 56-56 об.]. Ещё в 1859 г. Шемахинский военный губернатор к.н. Тархан-Моуравов, в своём докладе Наместнику Барятинскому под названием «Очерк развития вопроса водоснабжения г.Баку» отмечал, что Комиссия по водоснабжению Бакгоруправления признает сильную потребность города в воде [1, л. 56 об.]. Губернатор писал, что «единственный ханский резервуар имеет воду на 30 ступеней ниже поверхности земли; забираемая водоносами иногда грязной посудой, вода, пролитая по ступеням, стекает вниз и загрязняет водоём» [1, л. 56 об.]. Губернатор предлагал провести воду из источника за несколько вёрст от города «по другой канаве и устроить на поверхности земли в крепости и на форштадте крытые бассейны, откуда вода могла получаться кранами; на это Наместником (30 ноября 1859 года за №202) был разрешён кредит в 6000 руб. на счёт возврата из остатков городских доходов» [1, л. 56 об.].

В 1860 г. был сооружён бассейн близ памятника кн. Цицианову, причём вырыли на пожертвования бакинскими жителями Гаджи Ших Али и Гаджи Ага Дадашевым 200 руб. несколько колодцев для усиления притока воды в ханский канал.

В 1864 г. была произведена перестройка Цициановского бассейна и усиление водопровода за счёт остатка от ассигнованных в 1859 г. 6000 руб. В 1865 г. была проведена, вода в «комендантский (ныне Михайловской) сад, на что ассигнованы 500 руб.

К этому времени город имел 3 водоёма: ханский, цициановский и комендантский.

В 1867 г. генерал губернатору Колюбакину разрешается воспользоваться из запасного капитала (55880 руб.) 5000 руб. на провод воды к новым местам и постройку бассейнов. Помощником губернского архитектора Касым бека Гаджи Бабабековым были произведены работы по сооружении водопровода от ханского водоёма к каменной пристани, построены здесь фонтан с резервуаром для наливания лодок с судов, мостиком и канавой для стока воды из фонтана в резервуар, всего на сумму 2450 руб. 34 коп.

После этого был устроен водопровод с бассейном в Мариинском саду (Молоканской слободке).

Справедливо полагая, что воды, добываемой из городских колодцев, будет недостаточно для нужд города, при все увеличивающемся населении, губернатор Колюбакин поручил в 1869 г. инженеру-гидравлику Шабанову произвести изыскания пресной воды на Абшеронском полуострове.

Суточный дебет Бузовнинского источника составил давним 27000 вёдер в сутки, стоимость водопровода до Баку – 160.000 руб. Вода в количестве 64000 вёдер в сутки была найдена и в местности «батамонные огороды», в 22 вёрстах от Баку. Оба проекта были оставлены по причине дороговизны их. Гидравлик Шабанов полагал добывать воду в самом городе посредством артезианского колодца или системой простых колодцев. Несколько буровых колодцев дали воду солёную, не годную для питья.

В 1871 г. сооружается водопровод из колодцев в северной части города для полива деревьев бульвара, во II части города. Отверстия трубы большей своей частью находилось над горизонтом воды и вследствие этого, несмотря на уклон трубы, вода доходила лишь до 2/3 длины трубы, причём сказалась и недостаточность воды в избранном колодце.

В 1878 г. в Баку вводится городское положение. Вопрос о водоснабжении города переходит в ведение общественного Управления. К этому времени потребность в воде сильно, возросла [1, л. 57 об.].

Большая часть колодцев давали солёную и жёсткую воду. Цициановский фонтан – безусловно, вредную.

В 1879 году Дума ассигнует 1000 руб. по предложению Г.З.Тагиева «для изысканий воды и вознаграждения за наилучший проект водопровода... Предложение отвергается по причине дороговизны водопровода» [1, л. 58].

В 1884 году Дума выражает порицание «первой по порядку» Водопроводной Комиссии, за бездеятельность и непредставление отчёта об израсходованных средствах. В этом же году О.К.Ленц, получив концессию, по которой он принял на себя обязательства провести воду из северо-восточной оконечности Абшеронского полуострова, где расположены сс.Пиршаги, Кюрдаханы, Забрат, Маштага и Нардаран, и снабжать город в течении 40 лет. «за смету ¼ копеек за ведро при гарантированном потребности городом 150000 вёдер в сутки. В сентябре 1885 года был окончен пробный колодец в местности «Маштагинский бенд», дававший 26000 воды в сутки» [1, л. 58 об.].

Но недостаток выделяемых средств, а также жесткость «маштагинской» воды заставляют Ленца оставить это дело. В 1888 году тифлисский житель В.И.Мегвинов и П.А.Асланов предлагают концессии на 40-50 лет для проведения водопровода в Баку из рр. Кура и Араз [1, л. 59].

В 1889-1891 гг. также шли затяжные заседания созданной особой комиссии, где рассматриваются эти и другие проекты, среди которых было также предложение М.А.Унанова провести воду из Гёкгёла в Баку (в 1890 г.) [1, л. 59-59 об.].

В 1890 г. Бакгордума по совету Г.З.Тагиева выделяет 3000 руб. на ремонт т.н. Цициановского канала, к которому были подключены колодцы. Г.З.Тагиев самолично

выбирал эти колодцы с более-менее пригодной водой [1, л. 59 об.].

В 1892 г. Баку и бакинцы переживают страшную эпидемию холеры. И уже в 1893 году проект Куро-Бакинского водопровода, подготовленного Алшуховым, Дюмоном и Ройтом по заказу Бакинской Управы, направляется на техническую экспертизу в московскую техническую контору «Нептун», а в 1894 году – строительно-технический комитет МВД империи [1, л. 60-65 об.].

В 1894 и 1899 гг. Бакгоруправление строит за огромные деньги два опреснителя (соответственно 200000 и 440000 руб.), вода которых оказалась непригодной для питья и дорогой [1, л. 59 об. – 61 об.].

Ещё в 1897 году Г.З.Тагиев предлагает перевозку куринской воды в Баку пароходами [л. 60 об.]. А в 1899 г. инженер Г.Ройт предлагает строить водохранилища на р. Сумгаитчай [1, л. 62].

Наконец 3(15) июля 1899 г. известный английский инженер-гидравлик, который по собственным словам, руководил созданием системы водоснабжения в 35-ти европейских городах, вместе с двумя другими инженерами приглашаются в г.Баку [1, л. 62]. В.Линдлей в своём ответе от 4 августа 1899 года предъявляет свои условия и в первой половине октября 1899 года пребывает в г. Баку.

Опытный специалист предлагает провести в Баку воду из Гусаро-Хазринско-Шахдаго-Шахбуздагского района. В декабре того же года Бакинская дума поручает В.Линдлею провести розыскательную работу в Куринском и Самурском направлениях. Но одновременно Дума отказывается выделить испрашиваемые водной комиссией 150000 руб. на изыскательные работы по поиску источниковой воды [1, л. 62 об.]. Договор между Бакгордумой и Линдлеем остаётся не подписанным [1, л. 63].

Только после упорных предложений водной комиссии В.Линдлей ещё раз приезжает в г.Баку 10 мая 1901 года и опять настоятельно предлагает Думе и Управе остановиться на варианте источниковой воды. А водная комиссия выпрашивает у Думы 30000 руб. для этих поисковых работ [1, л. 63].

16 июня 1901 года Дума отвергает этот запрос, и, наоборот, выделяет дополнительные средства для разработки проектов Куринского и Самурского водопровода, а также канализационной сети г.Баку. Уже через неделю – 23 июня 1901 года между бакинской городской управой и инженером В.Линдлеем подписывается договор по изыскательным работам Куринского и Самурского водопроводов. Согласно договору, В.Линдлей должен был к апрелю следующего – 1902 года закончить поиско-изыскательные работы и предоставить соответствующие проекты к октябрю того же года [1, л. 63].

И в этой исторически важный момент, когда решался вопрос о том, какую воду придётся пить бакинцам, во всю мощь проявляется мудрость и воля, великого патриота Гаджи Зейналабдин Тагиева.

Нам бы хотелось последующее представить словами самого Тагиева, которые, и счастью, сохранились в его гневных обращениях к Городской Управе и дошедших до наших дней в хранилищах Государственного Исторического Архива Азербайджанской Республики:

«Потомственный почётный  
гражданин Бакинской  
Первой гильдии Купец  
Гаджи Зейналабдин  
Тагиев. 22 июня 1901 г.  
Баку, №425

Срочно  
В Бакинскую  
Городскую Управу

Случайно узнав, что Бак.Гор.Дума в Заседании в своём 19 сего июня, обсуждала предложение инженера В.Линдлея произвести пробное бурение опытных скважин, для изыскания подпочвенной воды для будущего бакинского водопровода и отказала ассигновать требуемую сумму, так как большинство гласных не верит, что в указанных

В.Линдлеем местах можно найти достаточное для города количество подпочвенной воды, я, как местный старожил, близко принимая к сердцу интересы родного города и, будучи убеждён, подпочвенная родниковая вода всегда предпочтительнее вечно мутной загрязнённой [1, л. 77 об.]. Куринской, которую Тифлис отверг, или хотя Самурской, тоже грязной, я прошу Гор.Управу предлагаемые инженером В.Линдлеем работы по приисканию подпочвенной воды, произвести за мой счёт, на что я ассигную 25 тыс. руб. (25000 руб.), на следующих условиях: 1) если опытные изыскания Линдлея увенчаются успехом, т.е. докажут, что в тех местах, откуда Линдлей предполагает получить воду, имеется достаточно для потребностей города воды, то город должен возратить мне произведённые за мой счёт расходы и 2) если же управа ныне не может настоящее предложение мое доложить думе, то прошу Управу принять предлагаемые мною деньги и чрез комиссию по водоснабжению города приступить к работам с тем, чтобы вопрос этот был обсуждён в Думе потом, которая, если не примет этих расходов [1, л. 77 об.] впоследствии, то опять я принимаю лично на себя. Причём прошу Управу ответить мне на настоящее заявление в возможной скорости, так как я на днях предполагаю выехать на некоторое время из Баку [1, л. 78].

К сему считаю нелишним присовокупить для сведения тех гласных думы, которые сомневаются в недостаточности подпочвенной воды, что я, вполне уверен, что Линдлей найдёт много подпочвенной воды, которая может обеспечить город на вечные времена, пока будет существовать гора Шахдаг со своими ледниками, дающими массу воды. Г.З.А.Тагиев [1, л. 78].

Уже 9 июня 1901 года, по данным городского секретаря, «Дума единогласно постановила принять предложение Г.З.Тагиевым 25 тыс. руб. с выражением ему от имени состава Думы благодарности и с обязательством возратить деньги в случае, если город пожелает воспользоваться подпочвенною водою» (подчеркнуто нами – Г.Г.) [1, л. 77]. Это решение вызывает и гнев, и иронию Великого Мецената, который в декабре того же года отправляет в адрес Бакгоруправы очередное обращение по этому поводу:

«Г.З.А.Тагиев

5 декабря 1901 г.

№230

Получено Т.ХП.1901 г.

В Гор. Управе

Милостливый государь

Микаил Агаевич Белявскому

Из заявления моего, подданного в Бак.Гор.Управу 22 июня сего года, вам известно, что в каких соображениях и на каких условиях я предложил произвести за мой счёт предложенные В.Линдлеем опытные изыскания ... Ассигнования на этот предмет 25000 руб., я вовсе не имел ввиду жертвовать эту сумму в пользу города Баку, такую мыслью я не мог задаваться, зная хорошо, город этот имеет достаточные средства, для удовлетворения нужд первой потребности, к коим безусловно принадлежит водоснабжения [1, л. 79 об.], но я, как здешний коренной обыватель, принимая к сердцу нужды родного мне города, который крайне нуждается в хорошей здоровой воде, вынужден был сделать означенное выше предложение с целью вызвать городское общественное управлению принять предложение В.Линдлея.

В данное время, я нахожу уместным привести следующие соображения делая вышепояснённое предложение, я был вполне убежден, что В.Линдлей, как специалист дела, добросовестно принимает живое участие в изыскании подпочвенной хорошей здоровой воды в указываемой местности, для постоянного питания городского населения, ибо независимо пояснения В.Линдлея, мне лично известно, местность та изобилует подпочвенною водою, поэтому я и решился ассигновать пояснительную сумму, полагая, что этим путём я, во-первых, вызову сознание гор.-общ. управления последовать предложению В.Линдлея, и во-вторых, устраню то убеждение, которое в большинстве гласных породило сомнение, что [1, л. 80] в указ. местности не может быть достаточно воды для настоящего питания гор. населения. Очевидно, что большинство гласных, вовсе не имеет понятия о той местности, где предположено произвести изыскание и потому

могло зародиться сомнение, если и будет отыскано в достаточном количестве воды, но может ли она постоянно питать городское население? Тут следовало, разъяснить, что местность та составляет склон или подножия известной г.Шахдаг, каковая местность постоянно насыщается водой из Шахдагских ледников, стало быть пока Шахдаг не сбросит вечно снеговую шапку, до тех пор будут существовать его ледники и следовательно, в данной местности подпочвенная вода не иссякнет. Наконец, если допустить мысль, что этим опытным изысканием не будет достигнута цель, то есть, воды окажется недостаточной, а между тем на это затрачено 25-30 тыс., то по крайней мере будет очищение совести гор.общ. управления в том, что оно принимало меры [1, л. 79 об.] к изысканию хорошей здоровой воды, но таковой не оказалось для полного обеспечения городского населения, а потому и остановилась на куринской воде, которая к слову сказать, вечно мутная и загрязнена, её даже Тифлис отверг, несмотря на то, что там во всяком случае эта вода чище; о Самурской же речной воде, по мнению моему, не может быть речи, так как начиная с апреля до октября эта вода представляет из себя массу жидкой грязи, быстро несущейся по руслу истокам речки Самура.

Теперь, судя по письму Вашему от 16 минувшего ноября за №251, сказанное моё заявление, к сожалению не вызвало особого сочувствия. Городская Дума, которая обсудив мое предложение, хотя нашла возможным принять его во избежание недоразумений в будущем, но с тою оговоркой, что предлагаемые мною 25000 руб. на указанные работы подлежат к возврату мне в том лишь случае [1, л. 80], если общественное управление воспользуется водою из родников (подпочвенной), для питания г Баку. Стало быть, если бы было изыскано этим путём такое количество воды, которое вполне может обеспечить городское население, но общественное управление по каким-либо причинам не пожелает воспользоваться этою водою, то предлагаемое мною 25000 руб. возврату мне не подлежат. С такими условиями я не могу согласиться, так как это было бы равносильно пожертвованию к стыду богатого города, который как я выше сказал, в жертвованиях не нуждается, ибо имеем полную возможность, в интересах городского населения затратить несколько десятков тысяч на изыскание хорошей здоровой воды [1, л. 81].

Во всяком случае я не отрекаюсь от сделанного мною 22 июня сего года заявления на изъяснённых в нём условиях, касательно опытного изыскания подпочвенной воды в указанной В.Линдлеем местности [1, л. 81 об.]. Об изложенном заявляя Вам, Милост. Государ. на ответ. вышеприведённое письмо Ваше №251, покорнейше прошу принять уверение в чувствах моего глубочайшего к Вам уважения.

**Г.З.А.Тагиев**

**Доложено 19 августа 1902 года» [1, л. 81 об.]**

И что удивительно, нерасторопность городских органов была настолько сильной, что такое важное обращение известнейшего общественного деятеля, мецената и промышленника было доложена Думе только через почти 9 месяцев – 19 августа 1902 года [1, л. 81 об.].

Пробуренные в Шолларе скважины подтвердили правоту Линдлея: Объём подпочвенной воды в 10 раз превышал потребности Баку в пресной воды. В 1910 год после долгих и многочисленных попыток, Совет министров империи разрешили городу Баку выпустить 2 облигационных займа на общую сумму 27 млн. руб. и 23,5 млн. руб. из этого займа направлялись на строительство Шолларо-Бакинского водопровода. «Впоследствии эти деньги не хватило. И в 1915 года пришлось занять ещё 12 млн. руб.» [см.: 6].

К концу 1916 года было завершено строительство самого длинного (почти 190 км) в мире водопровода – Шолларо-Бакинского водопровода. «В течение всего периода строительства (почти 6 лет – Г.Г.) бакинская управа заключила 35 крупных договоров и сделала свыше 170 существенных заказов ... 21 января 1917 года в г.Баку, на Красноводской улице (ныне ул.С.Вургуна) появилась первая вода, а на второй день

главный строитель Шолларо-Бакинского водопровода В.В.Линдлей в присутствии бакинского городского головы Л.Быча и множества других официальных лиц, гостей и прессы произвёл выпуск шолларской воды в главный напорный резервуар города, расположенный за Шемахинской» [7] (по некоторым данным, эта почётная миссия была поручена именно Г.З.Тагиеву, который любезно уступил её Линдлею – Г.Г.).

Вспоминая о грандиозности выполненных работ, В.Линдлей признавался: «Только в Западной Европе много были проведены водопроводные и канализационные сооружения в 35 городах, но такой технически грандиозной работы и столь сложной, как постройка данного водопровода, на мою долю не выпадало» [7]. Этого гениального и талантливейшего инженера-гидравлика давно нет в живых (В.В.Линдлей скончался в конце 1917 года; смерть его с большим уважением и признательностью был отмечен бакинской общественностью, бакинской печатью, и Тагиев не намного пережил Линдлея, но чистейшая ключевая вода с подножия величественного Шахдага, как и говорил этот Великий Азербайджанец – Гаджи, до сих пор служит бакинцам и всем, которые на один день прибывают в Город ветров. Память об Гаджи настолько сильна и могуча, что даже всенародная молва приписывает ему всего строительства Шолларо-Бакинского водопровода).

### Список литературы

1. Государственный исторический архив Азербайджанской Республики, ф. 389, оп. 7, д. 13.
2. Azərbaycan tarixi, 7 cildə. 4-cü cild. Bakı, Elm, 2007.
3. История Азербайджана. В 3-х тт. Т. 2. Баку, 1960.
4. Тагиев Ф.А. История города Баку в первой половине XIX века (1806-1859 гг.). Баку, Элм, 1999. 196 с.
5. Xanəliyev V. Bakı şəhərinin su təchizatı tarixi (XIX əsrin ikinci yarısı –XX əsrin 70-ci illəri). Tarix elmləri namizədi alimlik dərəcəsi almaq üçün təqdim olunmuş dissertasiyanın avtoreferatı. Bakı, 1994, 24 s.
6. <http://www.regionplus007.ru/arxivles/view/5513>
7. <http://www.baku.ru/enc-show.php&id=56246&cmm-id=276>

### HACI ZEYNALABDİN TAĞIYEV – BAKI SU TƏCHİZATI MƏSƏLƏLƏRİ XIX ƏSRİN SONU XX ƏSRİN ƏVVƏLLƏRİ

**Həsənov H.N.**

*Azərbaycan MEA Tarix İnstitutu, Bakı şəhər,  
hacihasanov@mail.ru*

### XÜLASƏ

Məqalədə XIX-XX əsrin əvvəllərində Bakı və onun qəsəbələrinin su təchizatı tarixinin bəzi məsələləri araşdırılıb. Burada indiyədək az məlum olan qaynaqlar əsasında Azərbaycanın böyük məsenatı Hacı Zeynalabdin Tağıyevin su təchizatının yaxşılaşdırılmasında rolunun işıqlandırılmasına cəhd göstərilir.

### HACI ZEYNALABDİN TAGIYEV - THE MAIN INITIATOR FOR CONSTRUCTION OF SCHOLLAR-BAKU WATER PIPELINE

**Hasanov H.N.**

*Institute of History of Azerbaijan National Academy of Sciences, Baku,  
hacihasanov@mail.ru*

### SUMMARY

The article discusses some of the issues from the history of water supply in Baku and its suburbs in the 19th – early 20th centuries. Based on some little known information sources, is attempted to illuminate the role and the virtue of great Azerbaijani Maecenas – Haji Zeynalabdin Tagiyev in improving of the water supply.



## ОСВЕЩЕНИЕ ПОСТРОЙКИ БАКУ-ШОЛЛАРСКОГО ВОДОПРОВОДА НА СТРАНИЦАХ ПЕЧАТИ ГОРОДА БАКУ (конец XIX-начало XX вв.)

**Вагабова Э.Р.**

*Институт истории им. А.А. Бакиханова НАН Азербайджана, Баку,  
esmira.vahabova@mail.ru*

К концу XIX века Баку становится одним из крупных промышленных городов Российской империи. На страницах газеты «Каспий» отмечалось, что вода с момента основания Баку была загрязненной и не пригодной для питья [14; 68]. Из имевшихся в Баку 800 колодцев, только в не более 100 колодцах вода была пресной и казалась пригодной для питья. Основная часть населения проживала в пределах Крепости (Ичери шехер) и снабжалась колодезной водой из так называемого «Ханского водопровода» [11, с. 38-39], которая уменьшалась с ростом населения [11, с. 36], по мере развития торговли и нефтяной промышленности.

Некоторые из старых водопроводов пришли в негодность и были истощены, большая часть колодцев давала соленую и жесткую воду [8, л. 128; 11, с. 38-39]. Это побуждало местную администрацию вновь и вновь возвращаться к вопросу о снабжении города водой в достаточном количестве. Поэтому на протяжении долгого времени *водный вопрос в Баку не прекращал обсуждаться и оставался таким же жгучим, каким он был при самом основании города Баку* [20].

Архивные материалы Бакинского Губернского правления, местная периодическая печать до 1917 года свидетельствуют об обилии переписки по вопросу городского водоснабжения [7]. Вопросом устройства водопровода городское самоуправление занялось с 1878 года, о чем сообщалось в «Известиях Бакинской городской думы» [11, с. 38-39].

В течение долгих лет вопросом водоснабжения, изысканиями пресной воды занимались губернатор Баку генерал Колюбакин, городские головы Фон дер-Нонне, С.И. Деспот-Зенович, А.И. Новиков, Н.В. Раевский, Л.Л.Быч.

Новые изыскания источников воды начались с приездом В. Линдлея в Баку в 1879 году, который провел исследования в Губинской зоне, богатой родниками и реками, берущими свое начало с горных источников (Шахдаг), где до него никто их не проводил. Новые разведочные работы выявили иной источник водоснабжения - артезианские воды в зоне между реками Самур и Кусарчай, близ селения Шоллар, о чем он сообщил в Городской думе, предлагая сделать исследования по Шоллару [66]. Тогда Водопроводная комиссия соглашается с ним, но дума отказывает.

Спустя год, Линдлей продолжил свои исследования. При этом он просил разрешить ему исследовать родники одновременно с Курой и Самуром, что никак не сказывалось на деле [66, с. 32]. На этот раз уже и комиссия по изысканию способов водоснабжения, избранная Думой 20 мая 1880г., выступила против него. Вместо того, чтобы полюбить Линдлея за его откровенность и настойчивость в деле, касающемся блага города, писал городской голова А.И. Новиков, «его враги всеболеесильнеевыступали против него» [66, с. 32]. «Водопроводная комиссия злобствовала против Линдлея, придиралась к счетам его агентов, одного из них, инженера Поповича (по ложному доносу расчетливого переводчика) отдала под суд за растрату городского имущества. Занимались не водопроводными делами, писал городской голова, а выкапыванием всяких мелочей, лишь бы обвинить ненавистного им Линдлея. Сам договор с ним состоял в том, что «все предварительные изыскания проводятся на месте за счет города, а сами проекты водопроводов из Самура и Куры выполняются Линдлеем во Франкфурте на 35 000 руб.» [66, с. 33].

В разное время изысканием источников питьевой воды занимались инженер-гидравлик Шибанов, комиссионер французской компании барон фон *Мерценфельд*, добывавшиеся у города концессии горные инженеры – Успенский, Бацевич (обследовал 307 бакинских колодцев), Соколовский, составившие 17 ноября 1882г. «Отчет об изысканиях», в котором был рассмотрен вопрос о подпочвенных водах окрестностей Баку, пролежал 32 года в городском архиве [11, с. 39, 42, 46-48]. В 1881 г. открыт был Загульбинский источник. Г.З. Тагиев выразил удивление, что такой образованный человек как Фарухбек Везиров предпочел строительство загульбинского водопровода перед опреснением. Тагиев говорил, что *«как дилетант, он судит о качестве воды только по вкусовым ощущениям и находит опресненную воду намного выше загульбинской, которую не человек, но и лошадь не выдержит. Репутацию загульбинской воде создали приезжающие туда погулять, она холодна, прозрачна и применяется в качестве освежающего питья в жаркое время, но для постоянного употребления она не годится, ее нельзя использовать»*[17]. В ответ на это Г.Зардаби, заявил, что *«родниковая вода - это не только питье, но и питание организма. И если эта вода не годится для фабрики Тагиева, это еще не значит, что она низкого качества и не пригодна для организма»*[17]. И далее: *«мы заботимся не о фабрике Тагиева, а о жителях города, которые являются «нашими братьями»»* [17].

Дебаты ни и к чему не привели, проект, в силу жесткости воды и дороговизны, был отклонен. Дума постановила избрать комиссию врачей для исследования загульбинской воды, с санитарной точки зрения. Назначенная комиссия из врачей пришла к заключению о необходимости использования опресненной воды путем устройства фильтров у водоразборных кранов [18].

По материалам газеты «Каспий», «Известий Бакинской городской думы» выясняются различные варианты для проведения водопровода с разных мест[65; 11, с. 35]. А поскольку мнения были разноречивыми, то и вопрос остался открытым и все предлагаемые варианты отклонялись в силу дороговизны [5, с.7]. Кроме того, река Аракс была исключена потому, что ее воды предназначались для орошения Мильской и Муганской степей [5, с.7].

Поскольку многие горожане жаловались на воду, доставляемую из городского опреснителя (вода мутная, желтого цвета, неприятная на вкус и с каким-то хлопьевидным осадком, вызывающая желудочные заболевания), и отказывались пить такую воду, предпочитая пить воду из колодцев, важным был вопрос об опреснителе для нее. Городская управа обещала снабжать жителей города доброкачественной водой, но вместо нее, как писал «Каспий», «потчуют какой-то бурдой» [15]. 10 августа 1899 года был заключен договор акционерным обществом «Артур Коппель» на снабжение города водою сроком на 5 лет, с этого времени начал действовать опреснитель системы инж.-мех. Ягна [16].

В начале 1899г. Бакинская городская дума выделила на проведение изысканий 70 тыс. руб., одновременно ведя переписку с инженерами Дюмоном, Линдлеем, Стрекереном [19]. Свой выбор Дума остановила на Линдлее, о чем он был извещен письмом 3.7.1899г., а 4 августа в очередном письме Дума сообщала о принятии выдвинутых им условий. Что же касается обсуждения выбранных Линдлеем источников, то оно было отложено до его прибытия в Баку в октябре 1899 г., а потому договор с ним подписан не был.

В октябре 1899г. в Баку вновь приезжает В.Линдлей, ужаснувшись его положением: богатый город с плодородной почвой, на берегу Каспийского моря, утопал в пыли. Узнав, что город хочет провести воду из Самура за несколько сот верст, он был удивлен, заявив, что Баку нужна вода родниковая или колодезная. А при ее отсутствии нужно искать колодезную воду в окрестностях города постройкой пробных буровых. Газета «Каспий» отмечала, что *«такое простое решение так долго*

тянувшегося вопроса не понравилось, прежде всего, потому, что такой водопровод прост и несложен, а главное – ежегодное его содержание будет стоить недорого» [20]. Сами действия водопроводной комиссии были непоследовательными. То она проводила изыскания, то приостанавливала, вступая в перепалку с Линдлеем.

Здесь уместным будет привести и высказывание Г. Зардаби о том, что сами действия городского самоуправления были лишены всякой логики: «каждые 4 года с обновлением состава Думы вопрос водоснабжения обсуждался, выделялись средства на изыскания, поездки, но... все затем сдавалось в архив, и так всякий раз в ожидании нового 4-х летия» [6, л. 139].

Предлагалось провести геологические исследования (Бенкендорф), химический анализ воды (Ш. Асрибеков). Родниковую воду, о которой заявлял Линдлей, местное население называло «Кара-су» и употребляло в крайних случаях [21]. А гласный (член Думы) А.Сапаров (замечу - армянин) предложил обратиться к местным специалистам, которые могли бы критически отнестись к проекту Линдлею.

Однако член Управы Смоленский на все эти выпады заявил, что *«они не выдерживают никакой критики, что он сам ездил к Линдлею и видел, что он может сделать и как делает, что откладывать вопрос нельзя, так как Линдлей приехал не на год, а на несколько недель. Что же касается публикаций в газете «Каспий», то они все бывают разные и правильные, большей частью не правильные и комиссия не обязана считаться с газетой»* [21]. Тем не менее, нападки на Линдлея продолжались [39, 3 дек. № 261], а Дума призвала избранных новых членов комиссии приступить к урегулированию отношений Линдлея с городом [39, 14 дек. № 269; 21 дек. № 275].

На заседании комиссии по водопроводу 4 ноября 1899г. инж. Линдлей выступил с докладом (перевод с французского языка осуществлял главный управляющий Смоленский), который вызвал оживленные разговоры. На вопрос председательствующего Антонова «можно ли провести воду из Самура в Баку?», Линдлей ответил утвердительно. Причем объяснил, что вода у возвышенности Шахдага будет лучше, чем вода Самура, и поэтому находит более выгодным снабжение города этой водой. ***«Сам Бог, говорил Линдлей, дал вам по дороге хорошую воду (Шоллар), натуральные фильтры, а вы отказываетесь от этого Божьего дара. Если бы даже можно было предположить, что Шахдаг когда-нибудь иссякнет, то и тогда нужно воспользоваться родниковой водой»*** [27].

Начались споры. Антонов вновь задает свой вопрос: ***«можно ли устроить Баку-Самурский водопровод или нет?»***. Будучи взволнованным, Линдлей остроумно ответил: ***«Когда больной приглашает врача, он обязан исполнять предписание его, вы больны и пригласили меня, так и исполняйте, что я вам предлагаю»*** [22]; что он, Линдлей, находит, что вода Самура будет такою же, как вода р. Куры и ни в коем случае не лучше ее, но зато Баку-Самурский водопровод будет стоить гораздо дороже Баку-Курунского, поэтому он и предложил воспользоваться водой колодезной из указанной им возвышенности» [22]. Опять начались споры. Антонов заявил, что Линдлей приглашен городом для составления Баку-Самурского водопровода, и предложил остановиться на одном, более выгодном для города.

Городская дума постоянно, но безрезультатно заседала по этому вопросу. В то время были разные проекты водоснабжения Баку, но самый удачный предложил английский инженер Линдлей. После многочисленных исследований он пришел к выводу, что наиболее перспективным является Шолларский источник, так как он неиссякаемый. Армяне попытались убедить городские власти, что это очень дорого. Тогда Тагиев выступил в Думе, отметив, что ***«верит Линдлею и согласен финансировать его работу, и даже если тот не найдет источник, обратно эти деньги он не попросит»***.

На заседании думы 20 января 1901г Г.З. Тагиев выступил с предложением и относительно изысканий на подпочвенную воду, предложив 25 т.р. на проведение пробного бурения. И, если окажется, говорил Тагиев, что в этой местности, на которую указал Линдлей, есть подпочвенная вода, то **город вернет ему 25 т.р., если же там воды не окажется, Г.З. Тагиев отказывается от этих 25 т.р.**[25].

Однако не только на словах Г.З. Тагиев поддержал идею Баку-Шолларского водопровода. 19 июня 1901 года состоялось чрезвычайное заседание городской думы. Большинством голосов было отклонено предложение о выделении средств на изыскания подпочвенной воды. 23 июня меценат направил в думу письмо, в котором вновь сообщил об отпуске им из собственных средств 25 тыс. рублей на бурение скважин в Шолларе. При этом он поставил условие: если бурение принесет положительные результаты, т.е. подтвердятся предположения о большом количестве подпочвенной воды, то городская дума возвратит ему ассигнованные деньги.

Линдлей посетил селения Шоллар и Ферсали, где им были найдены источники питьевой воды, удовлетворяющие требованиям, но к 31 марта 1901г. они не были закончены. Именно родники близ станции Худат-Шоллар Линдлей считал самыми мощными [12, с. 37]. Обо всем этом он сообщал комиссии по водоснабжению и убеждал ее, что грех не воспользоваться таким богатым даром природы.

Но Баку, как пишет «Каспий», задыхающийся от пыли, отверг проект Линдлея о подпочвенной воде. Линдлей уехал, но *«поручил своему поверенному продолжить исследования в этом направлении, будучи уверенным, что город рано и поздно примет его предложение»* [24]. После настойчивых приглашений инж. Линдлей прибыл в Баку 10 мая 1901г., объяснил причину отставания работ, представив свой доклад и изложив в нем программу изысканий и приблизительную смету. Вновь был поднят вопрос о подпочвенной воде и об устройстве водопровода из родников, который поддержала часть гласных комиссии [23].

Выступая на заседании думы, Линдлей, сравнив себя с главнокомандующим, а общественное управление с главным штабом, обратившись к членам комиссии, сказал: **«Вы, господа, как совесть главного штаба, можете изменить план моих действий, но не забудьте, какая нравственная ответственность лежит на вашей совести, если ваше решение поведет к дурным последствиям»** [24]. Линдлею всегда приходилось убеждать чиновников в правильности своих действий.

В мае 1901 года Линдлей предоставил доклад Бакинской городской думе. 23 июня 1901 года его проект был утвержден, и на его реализацию выделено 35.000 рублей (25.000 из них внес лично гласный Думы А. Топчибашев). Пробуренные скважины подтвердили правоту Линдлея: объем подпочвенной воды в десять раз превышал потребности Баку в пресной воде. Вскоре было завершено составление проекта Баку-Шолларского водопровода, необходимо было решить и вопрос финансирования его строительства. Поэтому уже на заседании 9 октября 1901г. было отмечено, что город вернет Тагиеву 25 т.р. только тогда, когда *«воспользуется добытыми этими предварительными работами данными»*. Дума решила поблагодарить Тагиева, приняв его решение [26].

По договору Линдлей являлся составителем всех 3-х проектов – Кура-Бакинского, Самуро-Бакинского водопровода и канализации, получал от города 35 т.р., из них 9 т.р. получил в начале работ, 9 тр. – по окончании предварительных изысканий, а остальные - по составлению и утверждении проектов [28].

Линдлей даже пригрозил, что «в случае, если город не возьмет на себя расходы по составлению белого плана и нанесению на него собранных на месте данных, то он поручит собрать своему представителю все бумаги и уехать во Франкфурт» [28]. И газета «Каспий» задается вопросом: «а что если Линдлей приведет в исполнение свою

угрозу после получения 9 т.р., что тогда будет делать город? Вопрос не праздный, и кому-то следовало об этом подумать...» [28].

Наконец, **23 июня 1901** года был заключен договор с инж. Линдлеем, по которому сроком окончания изыскания назначено 1 апреля 1902 года, представления проектов – 1.10.1902г., с вознаграждением Линдлею за руководство изысканиями и составлению проектов 35 т.р. [12, . 38].

Выступая на заседании водопроводной комиссии 19 августа 1903г. Г.З. Тагиев заявил: *«Если бы я был Линдлеем, я давно бросил Баку. Сами не хотят себе добра! Удивляюсь его настойчивости в чужом деле»* [43; 66, с. 104]. Сам Линдлей не раз заявлял, что он *«как английский бульдог. Когда он вцепится во что зубами, так режь его, а он не выпустит схваченного из зубов. Так и я взялся за Баку - дам Баку воды и лучшей воды. Я не вам служу, не для вас работаю, а хочу дать воды бедным бакинцам, и никто не заставит меня бросить это дело, пока я его не доведу до конца. Они не сумеют его погубить!»*» [43].

**23 ноября 1903г.** был подписан Договор с французским обществом, (проект Куринского водопровода привезли представители Линдлея - Франк Дюргам и Роберт фон-Пфейффер) [29]. В феврале 1904г. им были поручены буровые работы и пробурено несколько скважин. Но затем, после того как комиссия по водоснабжению, выехав на место работ и доложив обо всем Думе, Дума 18 мая 1904 г. постановила вести изыскания лишь на воду родниковую, прекратив изыскания на подпочвенную воду. Городской голова А.И.Новиков после этого заседания отказался от должности председателя комиссии по водоснабжению, и после выборов нового председателя Дума 4 июня 1904 года постановила: *«прекратить все работы по изысканию подпочвенной и родниковой воды»* [12, с. 42].

В 1904 г. Линдлей начал бурение в районе Шоллара, но и оно вскоре из-за революционных событий и нескольких эпидемий холеры было прекращено вплоть до 1907 года. Лишь в 1908г., когда городским головой стал Н.В.Раевский, инж. Линдлей получил возможность приступить к осуществлению своего проекта снабжения города родниковой водой. Уже в марте 1909г. он представил городу свой проект водоснабжения Баку из Шоллара, предусматривающий подачу воды в город 3 млн. ведер в сутки, который был одобрен.

Сам вопрос о постройке Баку-Шолларского водопровода окончательно был разрешен в Городской думе **5 мая 1909г.**, когда вновь учрежденный «Отдел по постройке водопровода» утвердил Линдлея инженером возобновленного проекта. Открытие эксплуатации водопровода предполагалось осенью 1916г.

Серьезные вопросы о пригодности воды будущего водопровода для промышленности и инженерных целей были затронуты в открытом письме Бакинского отделения Технического общества к гласным Бакинской городской думы. Многие гласные считали, что надо повременить, пока не будут представлены положительные результаты пробы Шолларской воды. На что Г.З.Тагиев резко отреагировал: *«...вопрос исчерпан. Все кончено. Нечего говорить теперь о каких-то пробах. Я не техник, но позволю себе спросить гг. техников: если они по данным анализа не могут установить годность или негодность воды для той или иной цели, то для чего же тогда наука? Если мы все будем проверять на практике, то для чего же наука, которая разрешает вопрос в теории? Я думаю, что никакие пробы не нужны, а нужно, наконец, осуществить этот огромной важности проект и дать населению хорошую питьевую воду. Если мы опять пойдем назад, начнем говорить о пробах и новых изысканиях, то вопрос опять загложнет, и мы никогда так ничего и не сумеем сделать. Дело начато, и нужно вести его до конца - во что бы то ни стало!»* [30].

Осуществление устройства водопровода (как, впрочем, и проведение трамвая) городской голова Н.В.Раевский считал насущной проблемой. Благодаря ему, городу

удалось получить 27 млн. займ [36]. Для сооружения Бакинского водопровода Совет министров Российской империи вынес решение выпустить 5% займ на 27 миллионов рублей. После нескольких заседаний дума решила утвердить вопрос об изысканиях подпочвенных вод, выделив 182 т.р. из сумм запасного капитала и 10 т.р. на текущие расходы комиссии [11, с. 39].

После этого проект был утвержден, а в 1911-м году началось строительство первой очереди. По расчетам, водопровод должен был снабжать город тремя миллионами ведер воды в сутки. Нефтепромышленники, по примеру Г.З.Тагиева, сделали солидные вклады. Гаджи Зейналабдин чуть ли не каждый день навещался на строительство, награждая рабочих, инженеров ценными подарками и денежными премиями.

Важное значение для самого водопровода и для населения города имели тарифы на воду, которыми занимался сам сэр В. Линдлей\*, и именно такие тарифы, чтобы, с одной стороны, поступления от водопровода покрыли погашение займа и проценты, с другой стороны – содействовали увеличению потребления населением Шолларской воды [11, с. 132].

Поскольку любой проект нуждался в материальном обеспечении, то остро встал вопрос выбора подрядчиков, широко освещавшийся на страницах газеты «Каспий». В течение всего периода строительства Шолларского водопровода Бакинское правительство заключило 35 договоров и сделало свыше 170 крупных заказов, среди которых заказ на постройку водовода и захватных сооружений, договор на использование земельных участков, принадлежащих Владикавказской железной дороге, на прокладку городской сети и т. д.

Городской голова Н.В.Раевский роздал гласным городской думы печатные проекты договоров на постройку Баку-Шолларского водопровода:

- русской **фирмы «Бунге, Брайкевич, Палашковский»**, занимающейся портовыми и железнодорожными работами;
- итальянской фирмы Луиджи Факканони, построившей в Вене водопровод длиной 170 км (по характеру постройки и ее назначению аналогичный Баку-Шолларскому водопроводу);
- английских фирм «Воокер и К» из Лондона [32], **«Гриффитс и К»** [31].

На состоявшемся частном совещании гласных думы эти проекты были рассмотрены; по всем вопросам городской голова Н.В.Раевский давал объяснения и они не вызвали особых прений.

В виду чрезмерных требований и высоких цен, озвученных этими фирмами, оказавшимися неприемлемыми, решено было продолжить переговоры, добиваться скидки и новых изменений в предложенных подрядчиками условиях.

Началом работ по постройке водопровода следует считать момент заключения договора с фирмой **«Гриффитс и К»** на исполнение бетонного водовода и захватных сооружений, то есть 14 февраля 1911 года. Согласно этому договору, подрядчик должен был всю принятую на себя работу закончить в течение 36 месяцев, то есть к 15 февраля 1914 года. Фирма «Гриффитс и К», взявшись за постройку Баку-Шолларского водопровода, открыла в Баку контору на Набережной в доме Закиева и приступила к организации штата служащих. Прибыли в Баку выписанные фирмой 12 английских инженеров с семьями. Большинство из них прибыло из Индии [33].

Являясь крупным подрядчиком по постройке Баку-Шолларского водопровода, английская фирма «Гриффитс и К» имела подряды на 10 млн. руб.[37; 38]. **Даже сегодня сумма заключенного договора поражает!!!**

Но фирма «Гриффитс и К» сознательно затягивала работы. Главный инженер Линдлей послал Гриффитсу предложения с требованием ускорить работы, подрядчик предъявил новые условия [46]. За плечами Гриффитса стоял англичанин Крисль. Возможно, как отмечает «Каспий», они собирались затянуть, насколько возможно,

постройку водопровода, а когда городу нечем будет платить проценты, «предъявить городу ультиматум – либо плати в срок проценты, либо предоставь нам концессию на 99 лет; в уплату за это мы подарим 27 млн. и водопровод построим, и канализацию проведем»[47]. Автор заметки, писавший об этом, подчеркивал, что ему приходилось слышать от Линдлея намеки, что «такая комбинация действительно существовала»[47].

Все это порождало множество вопросов городских властей. Дело доходило до судебных разбирательств [50]. Спор города с Гриффитсом переходил и в административные, и в Правительственные инстанции, дважды был предметом обсуждения в Совете Министров. Министерством внутренних дел для ознакомления с вопросом постройки Шолларского водопровода был командирован профессор Чижов, давший благоприятное заключение, как в Совете Наместника, так и министру внутренних дел. Со стороны города были многочисленные жалобы наместнику на неправильные и насильственные... действия агентов города. Поездки городского головы в Петроград и Тифлис были также вызваны этими жалобами.

Предложение о мире было сделано представителем Гриффитса - присяжным поверенным Ф.Н. Зейлигером письмом на телеграмму городского головы 15 августа 1914г. В нем, в частности, говорилось, что *«только создавшимся политическим положением (первая мировая война) нет места для судебных споров, ...позвольте протянуть вам ветку мира»* [11, с. 73].

На страницах «Известий Бакинской городской думы», газеты «Каспий» получил освещение вопрос о мировом соглашении с фирмой «Гриффитс и К» по судебным делам общества с городом, производящимся в Бакинском и Тифлисском окружных судах. 14 октября 1914 года суд определил «выплатить обществу «Гриффитс и К» 1.5 млн. руб. за приобретение инвентаря»[3; 11, с. 72].

Если раньше о Баку говорили: «Это тот город, где нефть?», то по прошествии времени - «это там, где строится знаменитый Шолларский водопровод?» [40]. Кроме того, позволю себе небольшую ремарку. Бакинскую городскую управу многие считали образцовой, а Баку – благоустроенным городом во всех отношениях. Ежегодно в управу поступали от кавказских и российских городов запросы о постановке той и иной отрасли городского хозяйства в Баку. Например, как писала газета «Каспий», Самарская управа убеждена была в том, что в Баку давно уже существует водопровод и спрашивала, какая цена взимается за отпуск воды. Майкопская управа была уверена, что в Баку существует канализация и спрашивала о способах ее эксплуатации. Об этом же спрашивали Смоленская, Ново-Вознесенская управы, выражая заранее благодарность за предоставленные сведения, а также относительно электроосвещения улиц [35].

Помимо этого на страницах периодической печати поднимались вопросы заказов необходимого спецоборудования (машин, насосов...), производственных средств[44;45;51], уделялось внимание бактериологическому исследованию (проведено 15 бактер. исследов. родниковых вод Шоллара сотрудниками инж. Линдлея) и физико-химическому анализу Шолларских источников, положению рабочих и оказание им медицинской помощи[2; 3; 5, с. 471; 10, с. 44-46; 39], об отчуждении земель для нужд Баку-Шолларского водопровода[34; 35].

Например, когда русские заводчики узнали о том, что Баку заказывает машины на постройку Баку-Шолларского водопровода за границей на 400 тыс. руб., они обратились в Министерство торговли и промышленности с просьбой посодействовать, чтобы такой крупный заказ был дан отечественным заводам. Поэтому Министерство взялось за дело, имея в виду п.4 договора о реализации 27 млн. займа, в котором указывалось, что *«заказы на материалы должны быть даны русским заводам и отступление от этого могут допускаться лишь с разрешения Министерства»* [44]. Этот вопрос был вынесен на рассмотрение исполнительной водопроводной комиссии.

Из сообщения и.д. бакинского градоначальника ст. сов. Ровнякова на имя и.о. городского головы М.Г. Гаджинского: «Министерство торговли и промышленности ввиду поступившего к нему ходатайства русских заводов в деле получения заказов на машины и двигатели по оборудованию Сумгаитского водопровода в Баку просило наместника ЕИВ на Кавказе *принять во внимание интересы русской промышленности и оказать содействие к тому, чтобы означенные заказы были предоставлены, по возможности, отечественным заводам* [45].

Надо заметить, что все заседания Бакинской думы и городской управы, судя по периодической печати, происходили очень оживленно, гласные так рьяно спорили, что иногда дело доходило даже до оскорблений друг друга. Многие гласные просто не появлялись на заседаниях, а если и появлялись, то занимались в водопроводной комиссии праздной болтовней..., что *«водопровод к сроку построен не будет, и городу придется платить проценты по водопроводному займу»* [42]. Как оказалось, эти слова оказались правдивыми.

Строительство водопровода продолжалось и в условиях военного времени. Остро встал вопрос об освобождении от призыва служащих и рабочих-строителей водопровода. В условиях войны сократились и несвоевременно поставлялись необходимые производственные средства. Все местные газеты того времени уделяли этим вопросам самое пристальное внимание [1; 10; 13; 52].

Кроме того, один из важных и сложных вопросов – выработка тарификации воды между потреблением ее в городе, устройство домовых соединений, которые городской управой еще не были затронуты. Хотя В. Линдлей делал по этим вопросам доклады и проекты, и главная задача, как подчеркивал «Каспий», сосредоточил все внимание городской управы на окончание постройки Шолларской воды [53; 54].

В каждом номере «Известий Бакинской городской думы» за 1914-1917 гг. приводится «Таблица, показывающая ход работ по постройке водовода от резервуаров в Баку до межевой камеры в Шолларе, а также по прокладке городской сети труб и постройке городских резервуаров». К этому времени вся линия водовода от родника Шоллара до напорных резервуаров в Баку, на протяжении 180 км, постройкой закончена и принята в эксплуатацию, а также была начата качка воды Сумгаитской насосной станции [56].

По инициативе городского головы Л.Л. Быча 8 января 1917 г. состоялся осмотр постройки Баку-Шолларского водопровода и его резервуаров в Баку. В здании Городской управы собралось около 50 гласных Думы и столько же частных лиц, главным образом – техники. Здесь присутствовали и строители водопровода – сэр В. Линдлей, его заместители С.Ф. Скрживан и зав. постройкой П.П. Фрезе.

В час дня собравшиеся выехали на автомобилях и экипажах к большим резервуарам, расположенным за Шемахинкой, недалеко от военного поселения (эти резервуары строила одна из крупнейших фирм, работы вел инж. П.П. Дю Комюнн, но практически В. Линдлей, который совместно с инж. С.Ф. Скрживаном осуществлял общее наблюдение). «Каспий» отмечал, что «когда присутствующие спустились вниз и очутились в громадном подземелье, они сразу осознали всю грандиозность сооружения. Резервуары были расположены зигзагообразно, емкость их составляла 4 200 000 ведер» [57]. Все объяснения давал на русском языке С.Ф. Скрживан, а сэр Линдлей давал объяснения группе лиц, понимающих французский язык, некоторые объяснения давал и городской голова Л.Л. Быч.

**Уже 20 января 1917 г.** в три часа ночи Шолларская вода пришла в межевую камеру главных водопроводных резервуаров за Шемахинкой. **Вода, долгожданная вода пришла в дома бакинцев, которую они ждали с 1900 г., т.е. 17 лет!!!** [58].

Говоря о грандиозности выполненных работ, В. Линдлей признавался: «Только в Западной Европе мною были проведены водопроводные и канализационные



сооружения в 35 городах. Но такой технически грандиозной работы и столь сложной, как постройка данного водопровода, на мою долю не выпадало»[58].

Церемония прошла весьма торжественно. Казимир Магомед Керим выступил перед собравшимися с Кораном в руках, помолился за здоровье государя-императора и членов царской фамилии, особенно отметив при этом заслуги **Гаджи Зейналабдина Тагиева**, которому и была доверена честь первому открыть кран. Эту честь Гаджи разделил со старым кузнецом, самоотверженно потрудившимся на прокладке водопровода, - **мастером Агаджаве**. Вода в фонтаны подавалась три раза в день - утром, днем и вечером.

И хотя мечта о проведении воды в Баку осуществилась, важно отметить следующее. В начале войны и в Управе, и в Думе обсуждался вопрос: не прекратить или постройку Шолларского водопровода. Сторонники временного прекращения постройки указывали *«на невозможность достать деньги на достройку водопровода, на условия транспортировки, дороговизну материалов и рабочих рук, и, наконец, о том, что во время войны не о том должны быть заботы»* [59]. Но как писал «Каспий», если бы тогда *«послушали этих сторонников, то теперь у нас не было ни нового водопровода, ни шолларской воды в городе. К счастью, голос разума возобладал, постройка шолларского водопровода продолжилась и лучшее городское сооружение готово!»* [59].

По случаю окончания и ввода Баку-Шолларского водопровода поступали поздравительные телеграммы и письма со всех уголков страны. Так, бывший помощник Бакинского градоначальника, помощник Московского градоначальника полковник В.И. Назанский по случаю открытия Шолларского водопровода дал телеграмму Л.Л. Бычу, в которой, *«приветствуя в лице Быча бакинское население, пожелал всем благополучия»* [60]. Телеграмму по случаю окончания постройки Баку-Шолларского водопровода прислал Л.Л. Бычу и бывший инженер по постройке Шолларского водопровода инж. Утгоф, призванный на военную службу [60].

По согласованию с управляющим казенной палатой и начальником Торгового порта, Бакинский градоначальник утвердил установленные Городской думой плату за воду из Баку-Шолларского водопровода и просил городского голову внести на обсуждение городской думы вопрос об отпуске воды на суда Торгового флота по 0,75 коп. за ведро [60].

Телеграмму по случаю окончания постройки и фактического открытия Баку-Шолларского водопровода направил на имя Л.Л. Быча Тифлисский городской голова А.И. Хатисов, отметив *«грандиозность муниципального сооружения, которое является достойным примером для подражания, а само сооружение – образцом для широких проектов в пользу населения»* [61].

Центральное бюро по городским делам союза городов обратилось в Бакинское городское самоуправление с письмом, в котором, узнав из газет об окончании работ по проведению Баку-Шолларского водопровода, просило направить материалы, относящиеся как технической, так и финансовой сторон указанного сооружения и его эксплуатации [61].

Член инженерного совета проф. Н.А. Белелюбский поздравил письмом городского голову Л.Л. Быча и Бакинскую управу *«с блестящим окончанием водопровода и пожелал самых благих последствий этого дела»* [64].

Когда вода из Шолларского водопровода поступила в городскую сеть, **Г.З. Тагиев**, по просьбе бакинского губернского казие и группы бакинских граждан, отправил 3 февраля 1917г. телеграмму бывшему председателю городской управы **Н.В. Раевскому**, переехавшему на постоянное жительство в Петроград. В ней сообщалось: *«... мечта, которую мы лелеяли 25 лет, воплотилась в жизнь, к которой причастны Вы (Н.В. Раевский – Э.В.), благодаря таланту которого и*

*стараниям удалось изыскать необходимые на постройку колоссальные средства, принять через все препятствия план сооружения и начать его практическое осуществление, выразив искреннюю признательность и благодарность бакинского населения» [63].*

В ответном письме Г.З. Тагиеву (который приводится почти полностью – Э.В.) бывший городской голова Н.В. Раевский писал: «...*Очень тронут вниманием, что не забыт! Вспомнил ваши (Тагиева – Э.В.) слова: вода, вода, Шоллар – это наше главное дело. Говорил о том, что Г.З. Тагиев 25 лет жил мечтой о водопроводе, и заразил его этой мечтой. Это были четыре года упорной борьбы, борьбы тяжелой, борьбы с людьми, преследовавшими исключительно свои личные материальные интересы, для которых интересы города Баку были важны постольку, поскольку давали им материальную выгоду. Сколько было препятствий!*»

И далее вспомнил о том, «как Тагиев, чтобы спасти дело, *уступил свое место доверенного от города на заключение займа другому лицу*. Дело было сделано, и противникам торжествовать не пришлось, а пришлось пожертвовать личными интересами и подчиниться интересам общества.

Испортить дело, отдалить конец постройки, сделать значительно большие расходы им удалось, но прекратить постройку не было возможности.

*Вода есть, вода пошла, вода будет! Вы эту воду пьете, и будете пить долго.* Быть может, писал Раевский, и я как-нибудь приеду в Баку этой воды напиться, а некоторым другим и более молодым Бог не дал этой воды напиться.

*Итак, Гаджи, я должен сказать: хотя и немного я поработал в этом деле, и спасибо вам и вашим друзьям за память обо мне. Но если бы не было Вашей мечты, если бы не было Вас, не имел бы город Баку воды и по сей день!*

*Рад за город, рад за Вас, рад за Вашу мечту*, рад, что в этом деле я был не бесполезен и рад тому, что мои друзья меня помнят. Передайте мой искренний привет друзьям, которые меня вспомнили. Искренне Ваш Н. Раевский» [63].

Особо хочется отметить заслуги лично инженера сэра В. Линдлея, который *верил в свое дело, и своей верой заряжал унывающих, двигался вперед со своей железной настойчивостью, несмотря на трудности и препятствия, на злословие, недоверие и скептицизм, который слышались отовсюду.*

**Именно В. Линдлею, его неутомимой энергии, знанию и административному таланту Баку обязан своим единственным в Европе грандиозным водопроводом!!!**

На заседании городской думы 21 февраля 1917г. обсуждался вопрос о том, как увековечить память тех, кто жизнь свою отдал на строительстве водопровода (от малярии и несчастных случаев на постройке за все время погибло 115 чел.). Было принято решение воздвигнуть вблизи больших резервуаров обелиск и выгравировать на нем имена всех погибших [62].

На вопрос гласного Ф.А. Никитина «*были ли в свое время вознаграждены семьи погибших, и если нет, то необходимо подумать об этом и сделать для них соответствующие ассигнования*», городской голова Л.Л. Быч ответил, что «*им каждый раз водопроводная комиссия назначала пособие*» [62].

Кроме того, было принято Положение об учреждении стипендии имени великого князя Николая Николаевича, которую будут получать, в первую очередь, дети служивших в период постройки водопровода (17 стипендий, из них: 10 – в городской школе, 5 – в средних учебных заведениях Баку, 2 – в высших технических учебных заведениях) [62].

В связи со смертью В. Линдлея в 1917 году в некрологе, опубликованном в газете «Баку» от имени Бакинской городской думы и служащих водопроводного отдела Бакинской городской управы, было отмечено, что *заслуги инженера Линдлея город никогда не забудет* [4].

Газета «Каспий» 2 марта 1918 года писала: *«Грандиозное сооружение Баку-Шолларского водопровода без Линдлея не могло быть задумано, а еще меньше, проведено в жизнь»*. Его помощниками в этом деле были заведующий отделом постройки **П.П.Фрезе** и инженер **С.Ф. Скрживан**. В знак признания заслуг Линдлея одна из улиц Баку была переименована в **проспект Линдлея** (ныне улица 28 Мая) [69].

Можно допустить, что проявлением колониальной политики российского царизма в Северном Азербайджане является тот факт, что на решение проблемы водоснабжения царская администрация... не пожелала потратить ни одной копейки. И только благодаря займам, общая сумма которых составила 32 млн. рублей, удалось завершить строительство Баку-Шолларского водопровода, учитывая несомненный при этом вклад Г.З. Тагиева.

Но подытожить свое выступление хочется словами Г.З. Тагиева как бы в назидание сегодняшним чиновникам, а именно: *«Есть люди, которые, по тем или иным соображениям, никогда ни во что не верят, и с такими людьми очень трудно иметь какое-либо дело и их никакими доводами не убедить, и они всегда будут стоять на своем. Таковы противники Шолларской воды. Я слишком много труда положил в это дело и мне больно слышать те же речи, которые давно слышал в думе, в частных собраниях от противников Шолларской воды. Я горячо верю, что получение Баку Шолларской воды в необходимом количестве преобразит нашу жизнь. Я верю, что вода эта идеальна, и мы ее получим. Мою веру в то, что проект осуществится, поддерживает наличность во главе производства этих работ такого авторитетного руководителя как инженер Линдлей»* [41].

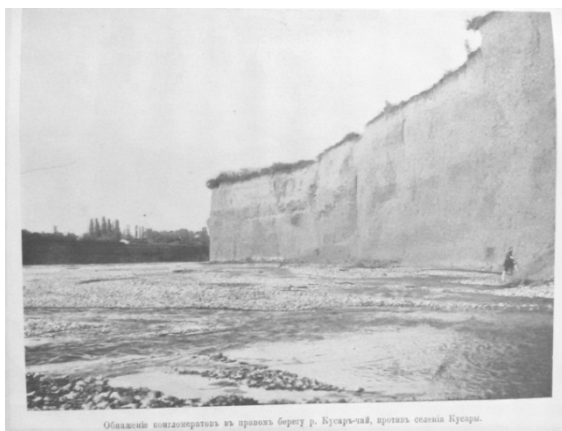
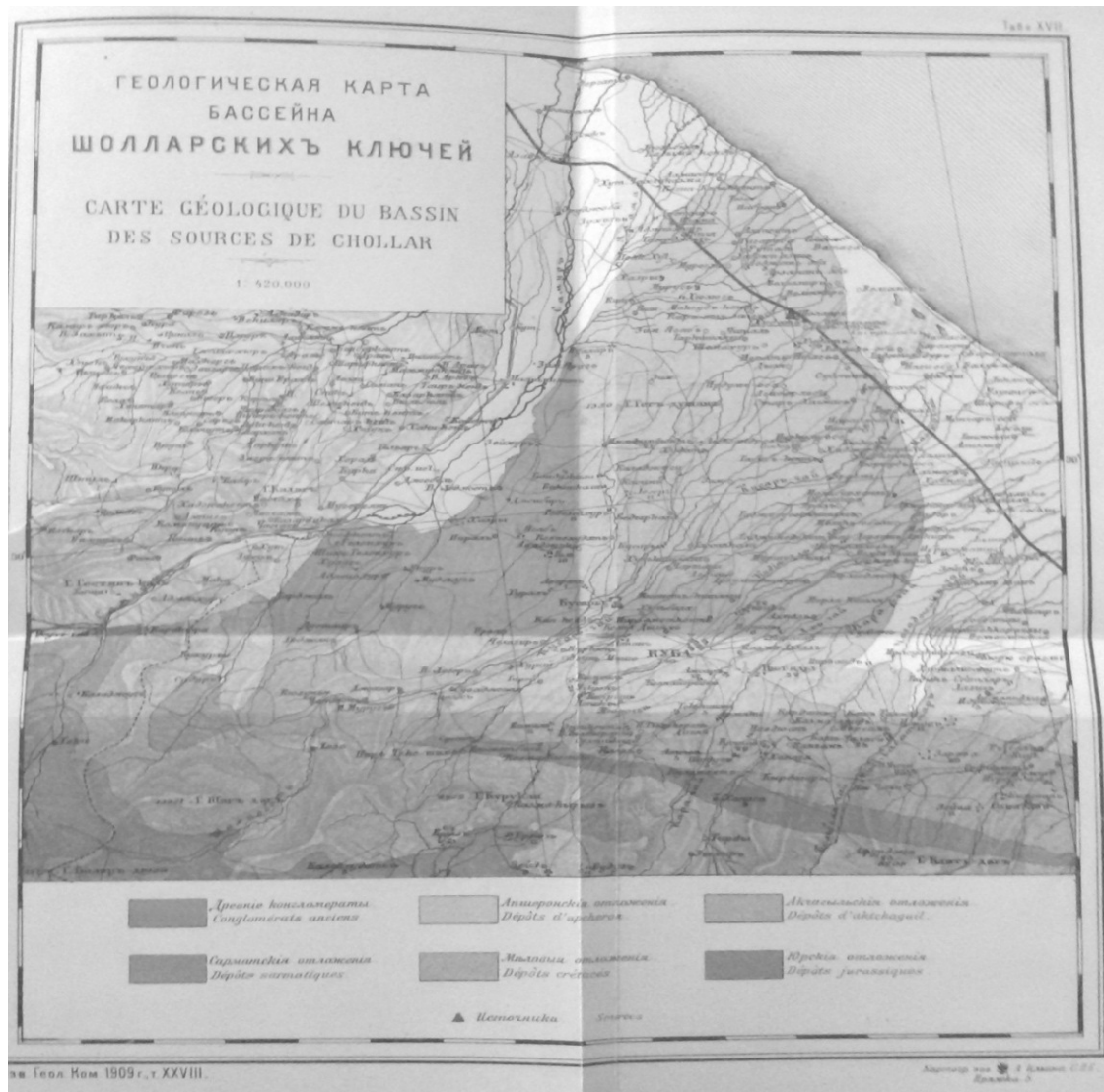
Так закончилась длинная водная эпопея – строительство Шолларского водопровода. Проведение Шолларского водопровода и обеспечение населения пресной водой сыграло важную роль в улучшении общественной инфраструктуры. Проведение Шолларского водопровода можно назвать **организационным подвигом**.



Г.З. Тагиев(1883-.1.1924)  
азербайджанский миллионер и меценат,  
благодаря усилиям и настойчивости  
вопросам которого было осуществлено  
проведение Шолларского водопровода  
в Баку



В.Линдлей (30.1.1853-30.12.1900)  
Английский гражданский инженер,  
посвятивший свою жизнь  
водоснабжения. Автор проекта  
Бакинского Шолларского водопровода





<http://news.day.az/society/310355.html>



### Список литературы

1. Баку. 1915. 30 дек. № 291
2. Баку. 1916. 3 апр. № 76; 13 мая. № 106;
3. Баку. 1916. 5 апр. № 77 продажа имущества, принадлежащего отделу по постройке водопровода;
4. Баку. 1918. 2 марта № 48; 3 марта № 49
5. Волярович П.Е. Бассейн Шолларских источников (с 2-мя таблицами). Отдельный оттиск из Т. XXVIII Известий Геологического комитета № 161. СПб. Типо-литография К. Биркенфельда. 1909.
6. ГИА АР: ф. 50. Оп. 1. Д. 152. Л. 139
7. ГИА АР: ф. 389; ф. 50; газеты Каспий, Бакинские известия, Кавказская копейка др.
8. ГИА АР: ф. 389. Оп. 5. Д. 20. Л. 128
9. Известия Бакинской городской думы. 1914. № 6. Октябрь- декабрь
10. Известия Бакинской городской думы. 1914. № 6. Ноябрь-декабрь
11. Известия Бакинской городской думы. 1915. № 5-6. Май-июнь.
12. Известия Бакинской городской думы. 1915. № 9-10. Сентябрь-октябрь
13. Кавказская копейка. 1916. 30 дек. № 361
14. Каспий. 1893. 22 сент. № 206 - Городской опреснитель и азиатское невежество; Севостьянов А.Т. Баку-Шолларский водопровод. Баку. 1925.
15. Каспий. 1895. 30 мая. № 112
16. Каспий. 1898. 14 апр. № 78; Акционерное общество «Артур Коппель» с вводом Баку-Шолларского водопровода прекратит свою деятельность в начале марта 1917г., объявив о распродаже опреснителя морской воды системы Ягна.
17. Каспий. 1898. 20 марта № 63
18. Каспий. 1898. 9 мая № 97
19. Каспий. 1899. 1 авг. № 163
20. Каспий. 1899. 9 нояб. № 241
21. Каспий. 1899. 25 нояб. № 254
22. Каспий. 1901, 28, 29 марта
23. Каспий. 1901. 21 апр., 25 мая, 4, 7, 8, 9, 15, 16, 18, 21 июня - об изысканиях подпочвенной воды
24. Каспий. 1901. 16 мая. № 105
25. Каспий. 1901. 22 сент. № 207
26. Каспий. 1901. 11 окт. № 221
27. Каспий. 1902. 10 апр.
28. Каспий. 1902. 8 мая № 100 - к водной эпопее.
29. Каспий. 1904. 5 янв. № 4
30. Каспий. 1910. 14 марта № 59
31. Каспий. 1911. 25 янв. № 19
32. Каспий. 1911. 27 янв. № 22
33. Каспий. 1911. 30 апр. № 95
34. Каспий. 1911. 10 июля № 153
35. **Каспий.** 1912. 20 янв. № 14- Для водопровода необходимо 750 десятин земли, из которой город арендовал 680 дес. земли, в район которой входили около 40 селений, расположенных на пути водопровода и отданных в аренду на 12 лет, с обязательством отчуждения их впоследствии. Относительно 70 оставшихся десятин земли город вел переговоры. Но, как отмечает газета, «необходим Высочайший Указ об отчуждении земли, чтобы крестьяне затем могли продать находящиеся в их пользовании государственные земли, когда закончится срок
36. Каспий. 1912. 7 февр. № 29
37. Каспий. 1912. 23 февр. № 43;
38. Каспий. 1912. 29 февр. № 48

39. Каспий. 1912. 6 марта, № 53; 21 апр. № 90; 5 сент. № 201; 7 сент. № 203; 12 сент. № 206; 27 сент. № 218; 29 сент. № 220; 5 окт. № 224; 3 дек. № 261; 14 дек. № 269; 21 дек. № 275
40. Каспий. 1912. 6 апр. № 77
41. Каспий. 1912. 19 апр. № 88
42. Каспий. 1912. 12 дек. № 280 – водопроводные недоразумения
43. Каспий. 1913. 4 янв. № 3
44. Каспий. 1913. 15 февр. № 38
45. Каспий. 1913. 16 февр. № 39
46. Каспий. 1913. 13 июня № 130
47. Каспий. 1913. 18 июня № 135
48. Каспий. 1913. 19 июня. № 136
49. Каспий. 1914. 28 июня. № 143
50. Каспий. 1913. 1 авг. № 172
51. Каспий. 1913. 12 дек. № 280
52. Каспий. 1915. 8 апр. № 76
53. Каспий 1916. 18 марта. № 63
54. Каспий. 1916. 8 апр. № 80
55. Каспий. 1916. 3 июня. № 122
56. Каспий. 1917. 4 янв. № 4
57. Каспий. 1917. 10 янв. № 7
58. Каспий. 1917. 21 янв. № 17
59. Каспий. 1917. 5 февр. № 29
60. Каспий. 1917. 17 февр. № 38
61. Каспий. 1917. 21 февр. № 41
62. Каспий. 1917. 23 февр. № 43
63. Каспий. 1917. 1 марта. № 48
64. Каспий 1917. 10 марта. № 56.
65. На северо-востоке Апшеронского п-ва (немец О.К. Ленц, 1884г.), из реки Куры (московский инж. И. Алтухов, Дюмон и Г.Г. Ройт и тифлисский житель В.И. Мегвинов, Т.А. Асланов – 1888г.) и Аракса, из реки Сумгаит (1889г. тифлисский инж. Ройт), из реки Самур (1899г. инж. Дюмон, Стрекер и В. Линдлей), из озера Гей-Гель, из Алты-Агачских родников (1899г. инж. Сорокин, А.М. Коншин и А. Конради - его проект оценивался в 3.5 млн. руб.) // Известия Бакинской городской думы. 1915. № 5. Май-июнь. С. 35
66. Новиков А.И. Записки городского головы. СПб. 1905. «Записки...» А.И. Новикова впервые были опубликованы в журнале «Образование», начиная с сентября 1904 г., а также в газете «Каспий», «Бакинские известия»
67. Подр. о фирме «Гриффитс и К» см. напр.: **Каспий. 1913. 2 авг. № 173** – ответ Гриффитса, 3 авг. № 174 – чего добивается Гриффитс, **№ 176** – Гриффитс и суд, **№ 178** – город и Гриффитс...
68. <http://www.regionplus.az/ru/articles/view/5513>

\*3 января 1911 года в гостинице «Метрополь» собралась местная английская колония для чествования возведения королем Великобритании в звание сэра (рыцарское звание) Вильяма Линдлея – Каспий. 1911, 5 янв. № 3

## ОСВЕЩЕНИЕ ПОСТРОЙКИ БАКУ-ШОЛЛАРСКОГО ВОДОПРОВОДА НА СТРАНИЦАХ ПЕЧАТИ ГОРОДА БАКУ (конец XIX-начало XX вв.)

**Вагабова Э. Р.**

*Институт истории им. А.А. Бакиханова НАН Азербайджана, г. Баку,  
esmira.vahabova@mail.ru*

### **РЕЗЮМЕ**

На основании материалов периодической печати автор освещает один из самых актуальных вопросов конца 19-начала 20 вв. – проведение в Баку Шолларского водопровода.



Подробно рассматривается состояние водоснабжения в рассматриваемое время. Освещена деятельность городского самоуправления и думы в решении столь важного вопроса при обсуждении тех или иных проектов по проведению водопровода. Рассмотрено также отношение властей при решении важных вопросов, связанных с осуществлением данного проекта. Особо подчеркнута роль Г.З. Тагиева и его поддержка в реализации проекта В.Линдлея. Проведение Шолларского водопровода и обеспечение населения пресной водой сыграло важную роль в улучшении общественной инфраструктуры. Проведение Шолларского водопровода - это организационный подвиг.

## **THE COVERAGE OF CONSTRUCTION OF BAKU-SHOLLAR WATER PIPELINE IN PRESS OF THE CITY OF BAKU (the end of 19th-early 20th centuries)**

**Vahabova E.R.**

*Institute of History of Azerbaijan National Academy of Sciences, Baku,  
esmira.vahabova@mail.ru*

### **SUMMARY**

Based on periodical materials the author highlights one of the most topical issues of the end of 19th-early 20th centuries – laying out of Shollar water pipe to Baku. In detail is considered the water supply condition in the studied period. Activities of city council and Duma in the solution of so important issue during the discussion of these or those projects on construction of water pipeline are elucidated here. Also the attitude of the authorities in the solution of the important issues connected with implementation of this project is highlighted. H.Z.Tagiyev's role and his support in implementation of V. Lindley's project are emphasized in particular. The construction of Shollar water pipe and providing of the population with fresh water played an important role in improvement of public infrastructure. Providing of Shollar's water pipe is a great organizational deed.

## ИЗ ИСТОРИИ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ БАКИНСКОЙ ГОРОДСКОЙ ДУМЫ- ПО ПРОВЕДЕНИИ ШОЛЛАРСКОГО ВОДОПРОВОДА

**Кафарова З.А.**

*Институт истории им.А.А.Бакиханова НАН Азербайджана, г. Баку  
hacihasanov@mail.ru*

Одной из проблем, наиболее остро стоявших перед органами самоуправления Баку с самого начала их создания в 1878 г., являлось водоснабжение города. К моменту начала деятельности органов городского самоуправления в Баку существовала средневековая система водоснабжения. Город снабжался водой из трех водопроводов: «Шах», «Мамедгулу хан» и «Гусейнгулу хан». Они были проведены из источников в окрестностях города.<sup>1</sup> Однако за период после проведения этих водопроводов Баку претерпел и продолжал претерпевать значительные изменения: он значительно разросся и резко увеличилась и продолжала увеличиваться численность населения. Баку превратился в мощный промышленный центр. Вопрос водоснабжения города стал злободневным.

В сентябре 1879 г. на заседании Бакинской городской думы гласный Г.З.Тагиев предложил ассигновать на изыскание воды и составление проекта будущего водопровода сумму в 1000 руб. Дума создала также специальную комиссию для руководства всеми работами по водоснабжению.<sup>2</sup>

В результате объявленного еще в конце 70-х годов конкурса на лучший водопровод для Баку, до 1893 г. в Городскую управу были представлены около 40 различных проектов.<sup>3</sup> Но все эти проекты были отвергнуты городской думой, так как реализация каждого из них требовала огромных, непосильных городу расходов.<sup>4</sup>

В мае 1880 г. Бакинская дума создала комиссию по поискам воды для города в окрестностях Баку. В 1884 г. инженером Отто Ленцем была найдена вода в селах Маштаги и Бузовна, но она оказалась непригодной для питья из-за высокого содержания солей.

Эпидемия холеры 1892 года подстегнула думу к более активному поиску питьевой воды. Нефтепромышленник Людвиг Нобель предложил думе провести воду из Волги. Но этот проект оказался невыполнимым как в техническом, так и коммерческом плане. Тем не менее, морское ведомство доставляло для своих сотрудников воду с Волги, пропуская ее через опреснитель.<sup>5</sup> Воду доставляли также из реки Куры, которая также очищалась. Привозная вода из Волги и Куры была очень дорогой и не решила проблему водоснабжения города. В отчете по санитарной части г.Баку за 1894 г. сказано, что основным источником воды для жителей по-прежнему оставались колодцы.<sup>6</sup>

До конца XIXв. органами городского самоуправления было израсходовано более 320 тыс. руб. на улучшение водоснабжения города. Однако, проблема водоснабжения продолжала оставаться острой, и эта острота стремительно усиливалась. В связи со стремительным ростом населения города и развитием капиталистического производства все меры, предпринятые органами городского самоуправления теряли свою эффективность. Когда, наконец, город решил перейти к сооружению постоянного

<sup>1</sup> Оджагова К. Городское самоуправление Баку в конце XIX – начале XX вв. Баку, 2003, с. 104.

<sup>2</sup> [www.regionplus.az/ru/artikles/view/5513](http://www.regionplus.az/ru/artikles/view/5513)

<sup>3</sup> Очерк развития водоснабжения г. Баку, сс. 8-10.

<sup>4</sup> Оджагова К. Указ. работа, с. 105.

<sup>5</sup> ГИА АР, ф. 389, оп. 7, д. 1, л. 49.

<sup>6</sup> ГИА АР, ф. 389, оп. 5, д. 20, л. 128.

водопровода, первоначально дума приняла решение осуществить это путем концессии. Однако уже на заседании думы 29 апреля 1899 г. член управы Смоленский настаивает на решении строить водопровод хозяйственно-подрядным способом и не иначе, как вместе с канализацией. Отказ от концессионного способа обосновали тем, что «несколько лет назад город был беден и другого способа, как концессионный и не было. Теперь же в городскую кассу ожидается поступление до 20 млн. руб., которых вполне достаточно, чтобы выполнить все нужды города».<sup>7</sup>

В 1899 г. городская дума приняла решение провести в город воду из Самура и Куры. Для составления проектов водопроводов было принято решение пригласить Линдлея, как очень известного специалиста по водопроводному делу и единственного на то время специалиста по устройству канализации.<sup>8</sup>

Для сбора сведений, необходимых для создания проектов водопроводов Линдлей прислал в Баку помощников – инженеров Энглиша и Дюргамма.<sup>9</sup>

В октябре 1899 г. В.Линдлей начинает изыскательные работы в богатом родниками Кубинском уезде. Чистая вода была найдена примерно в 180 км. от Баку в селениях Шоллар и Ферсали. Однако вскоре Линдлей заболел малярией, а затем тифом.<sup>10</sup>

Оправившись от болезней, во время своего следующего визита в Баку, Линдлей представил доклад в Бакинскую думу, в котором он высказал мнение о том, что проведение водопровода из Куры не рационально и более предпочтителен вариант из Самура. Однако приступать непосредственно к сооружению Самурского водопровода, он считал, тоже не следует, так как по дороге можно было найти другие гораздо более благоприятные источники водоснабжения. Линдлей был убежден в правильности своей теории о родниковых и подпочвенных водах, но для того, чтобы совершенно быть уверенным необходимо было произвести разведку путем бурения.<sup>11</sup> В своем докладе Линдлей указал на целесообразность проведения грунтовой воды из местностей, расположенных в окрестностях с.Хазри. Второй источник находился в окрестности урочища Гусары, а третий источник – в бассейне речек Кара-чай и Вельвели чай. Линдлей утверждал, что если его предположения о грунтовых водах окажутся ошибочными, то из этих речек можно доставлять воду в Баку.<sup>12</sup> Для проведения дальнейших работ Линдлей предлагал создать специальное бюро. Он обещал, что к марту 1901 г. будет выработан окончательный проект. На предварительные изыскания Линдлей попросил выделить 100 тыс. руб. По расчетам Линдлея, городу требовалось 3 млн. ведер воды в сутки (12 ведер на человека).<sup>13</sup>

Бакинская городская комиссия по водоснабжению крайне неохотно отнеслась к новым предложениям. У Линдлея спросили, может ли он составить Самурский проект и в течение какого времени. Он ответил, что это, конечно же, возможно, но он не может взять на себя ответственность за неправильное решение такого важного вопроса, как водоснабжение Баку. Он просил, чтобы всю ответственность за такой неверный, на его взгляд, шаг приняло на себя общественное управление города.<sup>14</sup>

На этом своем заседании комиссия по водоснабжению приняла предложение Линдлея об изысканиях грунтовых вод.

---

<sup>7</sup> Каспий, 1899, №91, 1 мая.

<sup>8</sup> ГИА АР, ф. 389, оп. 7, д. 6, л. 1 и об.

<sup>9</sup> Там же, л. 22.

<sup>10</sup> Там же, д. 21,, л. 54 об.

<sup>11</sup> ГИА АР, ф. 389, оп. 7, д. 6, л. 33.

<sup>12</sup> Там же, л. 34.

<sup>13</sup> ГИА АР, ф. 389, оп. 7, д. 6, л. 34 об.

<sup>14</sup> Там же, л. 35.

Доклад Линдлея вызвал бурную реакцию как среди гласных думы, так и на страницах газеты «Каспий».<sup>15</sup> Высказывалось мнение о жесткости воды в ур. Гусары, сомнения по поводу возможности подведения воды самотеком, говорили, что пробным бурением нельзя определить количество подпочвенной воды и т.д. и т.п.

На заседании думы от 7 дек. 1899 г. гл. Махмудбеков высказал мнение о том, что из этих изысканий ничего не выйдет, так как Линдлей определяет стоимость водопровода в 15 млн. руб. Для погашения этой суммы, по утверждению гласного, считая по 5 % потребуется около 12 млн. руб. в год, а весь бюджет города – 1 млн. 300 тыс. руб. в год. Он высказался за водопровод из Куры, обосновав это следующим образом: «Пьют же многие города воду из Волги, на которой стоят 9 губерний. Там вода более загрязнена, чем в Куре. А водопровод из Куры обойдется не дороже 6 млн. руб.»<sup>16</sup>

Дума на этом своем заседании постановила поручить Линдлею составление проекта кура- и самурско-бакинского водопровода, а относительно изысканий подпочвенной воды – отложить до следующего заседания.

Принять решение по данному вопросу органам бакинского городского самоуправления мешала некомпетентность. Достаточно указать на тот факт, что председатель комиссии по водоснабжению гор. Баку Х.С. Антонов 11 декабря обратился к бакинскому городскому голове с просьбой подыскать лицо вполне компетентное в водопроводном деле и ему поручить пост руководителя комиссии по водоснабжению.<sup>17</sup>

По водопроводному делу к этому времени сложилась кризисная ситуация, при которой дума не доверяла комиссии по водоснабжению и не доверяла Линдлею.

Вот что пишет об этом сам Линдлей в одном из своих писем: «Баку не первый город, который поручает мне работы по исследованиям и составлению проектов водоснабжения ... Но ни в одном из этих городов не встречал я также препятствия, какие я должен был преодолеть в Баку. И без того было немало затруднений естественного свойства: далекое расстояние, малодоступность местности водоприема, необыкновенно тяжелые климатические условия... Но все эти затруднения можно было преодолеть, если бы пользовался поддержкой, какой следовало ожидать инженеру, который приглашен городским самоуправлением для решения такой важной и трудной задачи.

Я не могу понять, почему мои советы и предложения у некоторой части самоуправления, и часто у влиятельной ее половины, встречали такое сопротивление, которое требовало такой упорной борьбы для расширения подготовительных работ и окончательного составления проектов. Мои советы и предложения имели единственную цель – в полном объеме применить мой опыт и дать городу из всех комбинаций и решений самое лучшее и целесообразное. Если обращаются к совету специалиста, то нужно признать его решение вопроса о выборе источника воды».<sup>18</sup>

На заседании думы 25 января 1900 г. состав комиссии по водоснабжению был обновлен. В его состав вошли Топчибашев, Таманосов, Мехтиев, Кянджунцев, Сапаров, Гасан бек Меликов и Бенкендорф.<sup>19</sup>

Однако обновленная комиссия была вынуждена идти по тому же пути, что и старая комиссия. Дело в том, что механизм изысканий источников воды был включен старой комиссией в нескольких направлениях одновременно, и отказ от любого из этих направлений повлек бы за собой для города неоправданные убытки.

В конце марта 1901 г. истек срок договора с Линдлеем, а 8 апреля комиссия постановила послать инженеру Линдлею письмо, назначив ему срок прибытия в Баку

<sup>15</sup> Каспий, 1899, №261, 3 декабря; №264, 6 декабря и др.

<sup>16</sup> Деятельность Г.Б.Зардаби (Меликова) в Бакинской городской думе (1897-1907 гг.). Баку, 2015, с. 153; Каспий, 1899, №265, 9 дек.

<sup>17</sup> Каспий, 1899, №269, 14 декабря.

<sup>18</sup> ГИА АР, ф. 389, оп. 7, д. 21, лл. 54 об. – 55 об.

<sup>19</sup> Деятельность Гасан бека Меликова (Зардаби) в Бакинской городской думе (1897-1907 гг.), с. 162.

10 мая.<sup>20</sup> Линдлей приехал с докладами, чертежами, таблицами, сметами и проектами Самурского, Куринского водопроводов, а также с проектом канализации.

Интересен тот факт, что при рассмотрении и обсуждении данных документов члены комиссии по водоснабжению и специалисты не уделили особого внимания проектам Линдлея для изысканий на Самуре и Куре. Особые дебаты вызвал именно вариант, связанный с подпочвенной водой, который, как уже отмечалось, в конце 1899 года был решительно не принят думой. Дума тогда отклонила это предложение, найдя его слабо разработанным с технической, химической, бактериологической и финансовой стороны.

Полтора года новая комиссия занималась изысканиями на р.Самур, которые производились особым бюро во главе с заместителем Линдлея – инж. Шоллем. Члены комиссии проявляли недовольство, когда Шолл сообщал, что параллельно с изысканиями на Самуре он делал наблюдения и в связи с подпочвенной водой.<sup>21</sup>

Таким образом, даже после решительного отклонения Думой варианта подпочвенных вод, как источника водоснабжения Баку, Линдлей не отказался от этой идеи и его агенты, между прочим, производили изыскания и на подпочвенную воду.

В апреле 1901 г. в своем выступлении в городской думе Линдлей вновь настаивает на шолларском варианте.<sup>22</sup> При этом на руках у Линдлея были лишь химические и биологические анализы родниковых вод, которые свидетельствовали об их высоком качестве. Никаких точных расчетов о стоимости этого варианта, о количестве воды в родниках он не имел.

В связи с этим ряд гласных в своих выступлениях выразили недоверие Линдлею, требовали от него точные расчеты, на что Линдлей отвечал, что для точных расчетов ему нужны дополнительные средства. Дума отказывалась выделить ему эти средства, опасаясь, что результаты изысканий могут быть отрицательными и тогда эти средства будут потрачены зря. В июне 1901 г. дума отвергла предложение Линдлея произвести пробное бурение для отыскания подпочвенной воды. Однако гласный, член водопроводной комиссии З.А.Тагиев обратился к городскому голове с письмом, в котором предлагал передать в распоряжение городской комиссии по водоснабжению 25 тыс. руб. на производство пробного бурения с условием возврата ему этих денег, если результат бурения будет благоприятным. В случае же неудачи Тагиев отказывался от возврата ему этих денег. Дума в сентябре 1901 г. постановила предложение Тагиева принять с благодарностью на предложенном условии.<sup>23</sup>

Уже через год стало очевидно, что результаты изысканий подтвердили правоту Линдлея. Объем подпочвенной воды в 10 раз превышал потребности Баку в пресной воде. К 1 апреля 1902 г. город потратил на изыскания подпочвенных вод 58 тыс. руб.<sup>24</sup>

24 сентября 1902 года городской голова А.И.Новиков сообщил на очередном заседании городской думы, что он обратился к главноначальствующему гражданской частью на Кавказе, князю Г.С.Голицину с докладом о необходимости позаимствования 182 тыс. руб. из запасного капитала на производство изысканий в районе шолларских родников для снабжения Баку родниковой водой. Главноначальствующий ответил, что решение этого вопроса зависит от точного выяснения прав на воду и землю в районе родников, необходимо выяснить, пользуется ли родниками местное население для орошения полей. Было принято решение немедленно заняться выяснением юридических

---

<sup>20</sup> Каспий, 1901, №102, 9 мая.

<sup>21</sup> Каспий, 1901, №132, 19 июня.

<sup>22</sup> Каспий, 1901, 8 апреля.

<sup>23</sup> ГИА АР, ф. 389, оп. 7, д. 1, л. 65; Деятельность Гасан бека Меликова (Зардаби) в Бакинской городской думе (1897-1907 гг.), с. 288.

<sup>24</sup> ГИА АР, ф. 389, оп. 7, д. 14, л. 63 об.

прав города на землю и воды шолларских источников. Для этих целей было решено создать особую комиссию.<sup>25</sup>

В декабре 1902 г. городской голова просит съезд инженеров-гидравликов разрешить г.Баку взять из шолларских источников от 18 до 20 баш. воды в секунду, а взамен предлагал доставить местным жителям воду из р.Самур в том же объеме.

Инспекция вод предложила городской думе Баку следующие условия: «Баку разрешается взять из шолларских источников воду. Суточная производительность этих источников равна 52 млн. [ведер -К.З.]. Но так как эту воду сельчане употребляют наполовину для орошения своих посевов, то город обязуется взамен взятой воды, доставить из реки Самур, находящейся в 24 верстах от названных родников, – воду проведением трубопровода, – причем в случае порчи его и, следовательно, за недоставление городом сельчанам воды, город платит штраф в размере 500 руб. в сутки».<sup>26</sup>

Гласные Г.б.Меликов и др. высказали опасения по поводу невыгодности условия о штрафе. Но Г.З.Тагиев возразил, что городу «предлагают чистую, здоровую родниковую воду и взамен получить грязную речную воду. Не будь этого условия город провел бы водопровод из Самура в Баку. Помимо громадного расхода на этот водопровод потратились бы на фильтрацию такой воды, очистку и т.д., что также сопряжено с расходами», и предложил принять условие о неустойке. Большинством 13 голосов против 12 было принято решение принять предложение инспекции с указанной оговоркой.<sup>27</sup>

В ноябре 1903 г. городская управа заключила договор с Линдлеем о составлении проекта Шолларского водопровода.<sup>28</sup>

Дума ассигновала на строительство водопровода 182 тыс. руб. Управа заключила договор с французским бурильным товариществом, которое обязалось вырубить 40 скважин глубиной в 20-100 саж. по 55 руб. за каждую сажень.<sup>29</sup>

Чтобы контролировать работу иностранных фирм и специалистов, задействованных в работах по постройке водопровода, дума создала специальную комиссию в составе: Г.б.Меликов, М.А.Унанов, И.б.Гаджинский и И.Б.Гаджиев.<sup>30</sup>

Работы по сооружению Шолларского водопровода начались в 1904 г. Однако им помешала начавшаяся вскоре революция. Работа шла очень медленно. К лету 1907 г. были выбурены всего 3 скважины.<sup>31</sup>

Лишь в 1909 г. органы бакинского городского самоуправления вновь активизировали деятельность по постройке Баку-Шолларского водопровода. При Управе был создан Отдел по постройке водопровода. Осенью 1909 г. бакинская дума получила разрешение Совета Министров и императора на выпуск облигационного займа на сумму 27 млн. руб. на постройку водопровода.<sup>32</sup> 14 марта 1911 года Бакинская городская управа заключила договор с Обществом «Гриффитс и К<sup>о</sup>», признав за этим акционерным обществом права и обязанности подрядчика, обязанного осуществить работы по постройке для г. Баку водопровода.<sup>33</sup>

Однако это общество работало очень медленно, о чем свидетельствует письмо Линдлея от 5 ноября 1913 г., в котором он пишет «Обществу Гриффитс и К<sup>о</sup>» о том, что «допущенная крайняя медленность» и требует «немедленно ускорить работы».<sup>34</sup>

<sup>25</sup> Каспий, 1902, №203, 26 сентября.

<sup>26</sup> Каспий, 1902, №267, 12 декабря.

<sup>27</sup> Каспий, 1902, №267, 12 декабря; Очерк развития водоснабжения г.Баку, с. 12.

<sup>28</sup> Каспий, 1904, 5 января.

<sup>29</sup> Оджагова К. Указ. раб., с. 107.

<sup>30</sup> Там же, с. 108.

<sup>31</sup> Оджагова К. Указ. раб., с.

<sup>32</sup> ГИА АР, ф. 50, оп. 1, д. 400, л. 12.

<sup>33</sup> ГИА АР, ф. 389, оп. 7, д. 263, л. 1.

<sup>34</sup> Там же, л. 5.

В январе 1912 г. в связи с представленным Бакинской Думой ходатайством, Николай II издал указ о переходе определенного количества земель в собственность Баку.<sup>35</sup> В общей сложности, город выкупил 780 дес. земли.<sup>36</sup>

Начало первой мировой войны значительно усложнило постройку водопровода. Но все же за 1914-1916 гг. был проложен 131 км. водопровода, выбурено еще 8 новых скважин в Шолларе, установлены водонасосы из Швеции, простроены два водохранилища. Городу не хватило выделенных денег, и в 1915 г. пришлось занять еще 12 млн. руб.<sup>37</sup> Общая сумма заемов под постройку водопровода составила около 32 млн. руб.

К концу 1916 г. строительство Баку-Шолларского водопровода было, в основном, завершено. Для его сооружения город Баку заключил договоры с 35 подрядчиками, сделал около 170 крупных заказов.

21 января 1917 г. в Баку на Красноводской улице (ныне – ул. С.Вургунa) появилась первая шолларская вода.

По своей протяженности этот водопровод превосходил все водопроводы Европы. Его длина – от Шоллара до поселка Насосный в Сумгаите – составляла 190 км.<sup>38</sup>

Таким образом, после многолетних обсуждений, дебатов, сомнений и надежд, в результате очень сложных строительных работ, длившихся 7 лет, Шолларский водопровод был пущен в эксплуатацию. Как свидетельствуют архивные материалы и публикации в периодической печати, уже в рассматриваемый период общественность критиковала темпы и методы решения проблемы водоснабжения Баку органами городского самоуправления. Да и в современной историографии дается неудовлетворительная оценка этой деятельности.

Однако следует учесть ту обстановку и обстоятельства, в которых бакинскому общественному самоуправлению пришлось решать эту проблему. Во-первых, сам город Баку для этого периода был исключительным явлением. Мощный промышленный центр, порт и железнодорожный узел, с непрерывно возрастающим населением требовал неординарного решения данной проблемы. Кроме того, эта проблема решалась в условиях острого дефицита компетентных специалистов и материальных средств. Мощным препятствием явились также революция в России 1905-1907 гг. и начало мировой войны.

Часто оппоненты обвиняют городское самоуправление в том, что оно потратило лишние, как оказалось, средства на разработку Самурского и Куринского проектов. Но ведь результаты изысканий подпочвенных вод могли быть и отрицательными, и на этот случай городу нужны были альтернативные варианты.

Как бы то ни было, самой высокой оценкой деятельности органов общественного самоуправления Баку является сегодняшняя благодарность потомков за шолларскую воду, которая и сегодня является одной из самых важных «водных артерий» города.

### Список литературы

1. ГИА АР, ф. 50, оп. 1, д. 400.
- 1а. ГИА АР, ф. 50, оп.1, д. 416.
2. ГИА АР, ф. 389, оп. 5, д. 20.
3. ГИА АР, ф. 389, оп.7, д. 1.
4. ГИА АР, ф. 389, оп.7, д. 6.
5. ГИА АР, ф. 389, оп.7, д. 14.

<sup>35</sup> Гумбатова Т. Линдлей и шолларский водопровод. – [www.regionplus.az/ru/artikles/view/5513](http://www.regionplus.az/ru/artikles/view/5513)

<sup>36</sup> ГИА АР, ф. 50, оп. 1, д. 416, лл. 102-163.

<sup>37</sup> Гумбатова Т. Указ. раб.

<sup>38</sup> Отчет заведующего отделом постройки Баку-Шолларского водопровода П.П.Фрезе. – Баку, 1918, сс. 40-41.

6. ГИА АР, ф. 389, оп.7, д. 21.
7. ГИА АР, ф. 389, оп.7, д. 263.
8. Гумбатова Т. Линдлей и шолларский водопровод. /www.regionplus.az/ru/articles/view/5513
9. Деятельность Г.Б.Зардаби (Меликова) в Бакинской городской думе (1897-1907гг.). Баку, 2015.
10. Каспий, 1899.
11. Каспий, 1901.
12. Каспий, 1902.
13. Каспий, 1904.
14. Оджагова К. Городское самоуправление Баку в конце XIX– нач. XX вв. Баку, 2003.
15. Отчет заведующего отделом постройки Баку-Шолларского водопровода П.П.Фрезе.- Баку, 1918.
16. Очерк развития водоснабжения города Баку. Баку, 1904.

## **ИЗ ИСТОРИИ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ БАКИНСКОЙ ГОРОДСКОЙ ДУМЫ- ПО ПРОВЕДЕНИИ ШОЛЛАРСКОГО ВОДОПРОВОДА**

**Кафарова З.А.**

*Институт истории им.А.А.Бакиханова НАН Азербайджана, г. Баку  
hacihasanov@mail.ru*

### **РЕЗЮМЕ**

К моменту начала деятельности органов городского самоуправления в конце 70-х годов XIX века в Баку, в котором в связи с мощным развитием промышленности стремительно росла численность населения, вопрос водоснабжения стал злободневным.

Решая эту проблемы, городское самоуправление столкнулось с рядом серьёзных проблем, а именно: дороговизна проектов, некомпетентность гласных, недоверие к Линдлею, юридические вопросы, связанные с правами города на землю и воду в районе шолларских источников. Сооружению водопровода помешали начавшаяся в 1905 году революция и первая мировая война. Несмотря на критику ошибок в деятельности городского самоуправления по сооружению Шолларского водопровода, самой высокой оценкой является благодарность потомков за шолларскую воду.

## **FROM THE HISTORY OF THE ACTIVITIES OF BAKU CITY DUMA ON LAYING SHOLLAR WATERPIPE**

**Kafarova Z.A.**

*A.A.Bakikhanov Institute of History of Azerbaijan National Academy of Sciences, Baku,  
hacihasanov@mail.ru*

### **SUMMARY**

By beginning the activities of the city municipality in the late 70s of the 19th century in Baku, where population due to the strong development of the industry was rapidly growing the water supply had become the burning issue of the time.

Solving this problem, the city government faced with a number of serious problems, namely high cost of projects, incompetence of members of the city Duma, distrust of Lindley, legal issues related to the rights of the city on land and water in the area of Shollar water sources. Construction of water pipeline was impeded by Revolution began in 1905 and the First World War. Despite the criticism of mistakes in the work of municipal government on the construction of the Shollar water-pipe, the highest appraisal is the gratitude of posterity for Shollar water.



# A RISK ANALYSIS METHODOLOGY FOR WATER SUPPLY SYSTEMS

Sotic A.V.<sup>1</sup>, Ivetic M.V.<sup>2</sup>, Tausanovic V.<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Belgrade Public Water Utility, Belgrade, Serbia, [aleksandar.sotic@utvsi.com](mailto:aleksandar.sotic@utvsi.com)

<sup>2</sup> Faculty of Civil Engineering, University of Belgrade, Serbia, [marko.v.ivic@gmail.com](mailto:marko.v.ivic@gmail.com)

<sup>3</sup> IAWD, Vienna, Austria, [vladimir.tausanovic@gmail.com](mailto:vladimir.tausanovic@gmail.com)

## 1. INTRODUCTION

The objective of the paper is to perceive, determine, and demonstrate a risk analysis methodology for water supply systems (WSS), as a contribution to improving decision-making for the management of complex utility systems. WSS operations has to be planned, to involve all stakeholders, to take into account the lifecycle of infrastructure assets, to be based on the knowledge of asset functions, performance, and conditions, both existing and target ones. Thereby, the risk under consideration has to be comprehensive and total, the system (contains its own assets) has to be managed as a whole, while the risk analysis methodology should be in accordance with the WSS nature.

### The risk aspect

There is much confusion and inconsistent terminology regarding the term “risk”. Essentially, the risk is the central issue of decision-making process which can be characterized as a part of the system management process. Engineered infrastructure systems are almost always being planned, designed, built, and operated in inevitable conditions of risk and uncertainties. In order to be effective and meaningful, risk analysis should be an integral and explicit part of the overall management system, i.e. the decision-making process should not be a separate annex or a formal addition to the technical analysis. As a social construct, risk is a subject of psychological bias [11].

Risk definitions commonly used in practice could be classified in few categories, where risk is expressed: as probability of hazard emergence and severity of consequences, as probability of consequences and their severity, as uncertainty of outcomes, as expected value of damages, or in relation to objectives. The aim of risk analysis is to describe the risk, i.e. to present an informative picture of the risk [4], (Figure 1). The risk analysis methodology for the WSS should be in accordance with the problems to be solved. We often suggest solutions for problems that we do not understand, and then we are surprised when solutions do not have the expected effect [9].

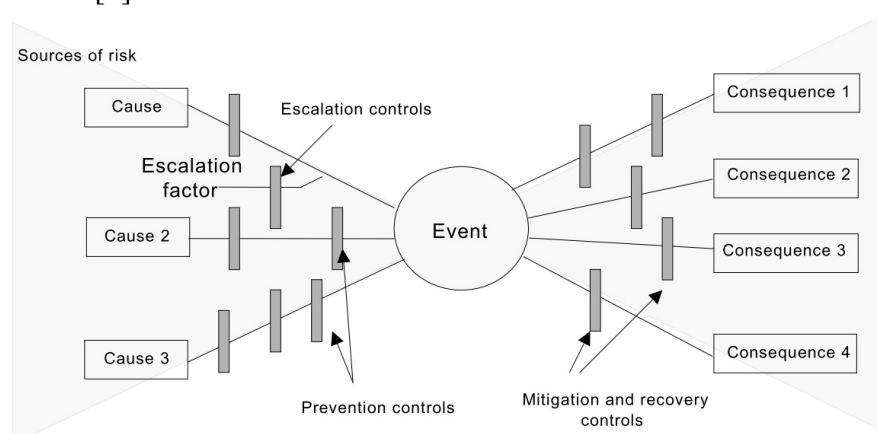


Figure 1. A Risk Picture [4]

The origin of risk stems from uncertainty in outcomes. One of common misconceptions regarding risk is that it applies only to uncertain events that might happen in the future.

However, one should bear in mind the broader causes of uncertainty: ambiguity, aleatory, epistemic, and also interaction uncertainty for complex engineering systems. An important role of the decision-making process is to include risk analysis in the planning and design, due to the fact that a large number of adverse events has roots in these phases. In design phase, the focus is mainly on a technical system, but it is necessary to include other aspects and phases of WSS lifecycle, particularly the operational phase, where human and organizational factors have even more important roles.

Traditionally, water companies manage risk by retrospective approach, where previous experience or incidents provide the main inputs for the development of standards for planning, design, and operational procedures. Water Safety Plans [14] and HACCP [2], based on the multi-barriers concept, are recognized as typical risk analysis methods in the water sector. Meanwhile, the ability to understand, communicate, assess, and manage risk becomes an essential business activity, to cover both strict legal requirements and customer expectations, as well. Risk analysis needs to expand its reach beyond engineering systems, and to examine managerial (system) and human factors as equally important.

The risk is, therefore, a complex concept that contains the causes, hazards, barriers, and consequences, that is present both in the planning and design, as well as in the system operation. The risk should include all stakeholders, all aspects and all factors, i.e. human and organizational factors in addition to technical.

### **The aspect of managing WSS**

Myriad of Asset Management (AM) definitions, as well, represent the multitude of different perceptions and interests in its application. Vanier's [12] formulation primarily refers to the maintenance of assets, while ISO 55000 definition [5] is focused on organization. Alegre et al. [1] state that AM is a multidisciplinary field that requires competence in engineering, management, and information. Current definitions of AM refer to organization. The objectives (of organization) introduce the integration of individual assets within the system. The goal is the feature of organization, i.e. of the system, not of the assets, which is in line with Gestalt principles [8]. Only WSS as a whole is a framework for the holistic (integrated) management of individual assets. The management of the WSS, as a framework that consists of social and technical parts, provides possibility for taking into account the interactions of individual components of the system. The system goals, therefore, absorb both (i) asset performances, and (ii) their interactions. In this context, an appropriate risk analysis methodology has been further investigated.

Complex systems, as WSS are, have inherent characteristics, whose identification and analysis is the starting point for determining the appropriate risk analysis methodology. Many stakeholders, frequent changes in internal relations and environmental conditions require adaptive management. Being adaptive, systems have improved resilience as well. In accordance with the principles of resilience engineering, a failure could be perceived as the result of (inappropriate) adaptations necessary to cope with current conditions, but not the result of a breakdown [3]. In WSS, technical parts of the system are tightly integrated with human activities, and WSS can be considered as a socio-technical system. Most of organizational and technological systems, such as WSS, are hierarchical in structure, and risk management of such systems has to be guided and be appropriate to such a structure.

### **Synthesis**

In recent years, the discussion and debate on the paradigm shift in the water sector have increased. The existing scientific practice cannot escape from the framework of reliability and risk models based on probability. Despite expanding the perspective, from perceiving WSS as just technical to the inclusion of human and organizational factors, probability has remained the central concept in the risk-based approach. A paradigm shift in risk analysis could be used as a change of perspective and way in which we are looking into the issue. In this regard, an adverse event (Figure 1) will be understood as the risk that has occurred. The paradigm shift

in risk analysis refers to changes in the approach: (i) starting from risk analysis, (ii) through accident analysis, (iii) to safety analysis, as a kind of the antipode to the risk analysis. Focus of analysis thus we shift from accidents and adverse events (oversight) to processes and conditions (resilience) of the system (insight).

The way we think about how accidents occur shapes the methodology for analyzing a system in the effort to prevent accidents. Accident causation models explain why accidents occur and determine how we can prevent or investigate them. Along with sequential and epidemiological models of accidents (event-chain models, based on events), systems models refer to accidents of complex organizational systems (normal accidents theory and highly reliable organizations), cognitive systems engineering and the systems theory approach (the perspective of distributed decision-making and system-theoretic models and processes).

## 2. METHODOLOGY

System-theoretic accident models and processes – STAMP [10], as a proposed safety analysis methodology for WSS, are based on the concept of systems theory, control theory, and elements of cognitive engineering. Functional scheme of the system is represented by safety control structure. Each level of the socio-technical structure implements control over the safety of the lower level (as an emergent property of the system), arising from: (1) failure of components, (2) dysfunctional interactions among components, or (3) unhandled disturbances from the environment. Safety management requires the enforcement of constraints on the process at a lower level, during the system development and operation. The basic control loop, shown in Figure 2, will be used as many times as process control loops can be identified in the system.

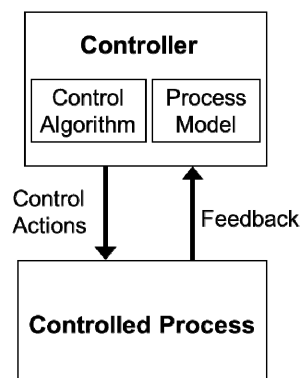


Figure 2. Basic Control Loop [10]

Safety is understood as a task to enforce constraints necessary to restrict the system behavior to safe changes and adaptations. Accidents are seen as a result of inadequate control or deficiencies in enforcing constraints on behaviors on every level of the control structure of system development and operation. Accidents occur when controls fail to prevent or detect maladaptive changes, namely: by identification of safety constraints that are violated on every level of the control structure, as well as why the constraints were inadequate, or if they were potentially adequate, why the system was not able to carry out appropriate control over their implementation.

The process that leads to an accident can be described in terms of adaptive feedback that fails to maintain safety as performance is changing over time, in order to achieve a set of goals and values generated by the system itself. Methodological steps of the procedure are as follows:

1. defining system accidents, system hazards and high-level requirements,
2. defining a high-level control structure,
3. adding details/levels,
4. analyzing controllers and the controlled process, and
5. determining causal factors (deficiency in control).

System-theoretic accident models and processes are based on processes. The adverse events are perceived as the effects of dysfunctional interactions and/or of the inadequate implementation of safety constraints, and/or are a result of inadequate control. The methodology considers the safety control structure to determine why it is inadequate to maintain the constraints of the safe behavior. Human and organizational factors, such as inappropriate behavior, deficiencies in organization, and inadequate decision-making can be included in the model, which enables the inclusion of non-linear relationships that reflect the dynamics of behavior by controlling the behavior of the entire technical and organizational structure over time.

### 3. RESULTS AND DISCUSSION

The methodology has been applied on the case of cessation of water supply to the population of Užice, Serbia, which covers more than 60.000 inhabitants. Surface water Reservoir Vrutci on river Djedinja, the main source for Užice WSS, had experienced a visible bloom of potentially toxic cyanobacteria at the end of 2013 [6]. With a strong concern about public health, Sanitary Authorities issued the ban on using water from Užice WSS, which was in force for one month and a half, also causing additional adverse effects.

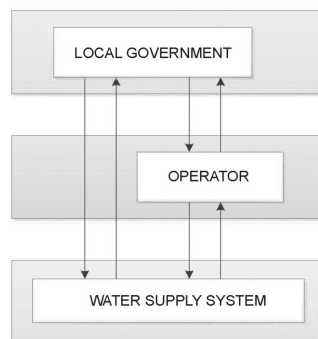


Figure 3. High-level Functional Control Structure of Užice WSS

Upon defining system accidents, system hazards, and high-level requirements, followed by creation high-level functional control structure for the water supply for the city of Užice (Figure 3), an analysis of the processes by which the entire socio-technical system operated was conducted (Figure 4). Erosion and degradation of numerous safety constraints were found, whereby some of them existed from the very beginning, and some of them occurred over the years of operation.

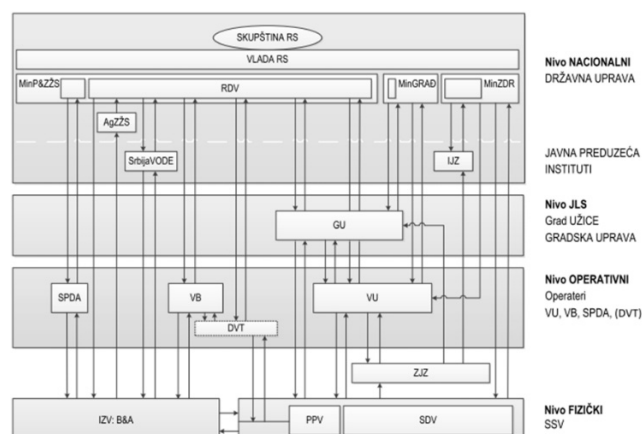


Figure 4. Extended Functional Control Structure of Užice WSS

At the level of the physical system, it has been found that the protection of the water source was only partly implemented, the reservoir management regime was optimized, and

the water treatment plant was not designed to treat water with cyanobacteria, therefore, in technically improper condition. At the higher levels of the control structure, the following deficiencies have been found: (i) in the process model (e.g. linguistic vagueness of the term “water intake”), (ii) in the control algorithm (e.g. making direct requests for the reservoir regime control from the player who did not manage reservoir, actually), (iii) in the control actions conducted (e.g. inappropriately defined safety constraints in some legal requirements), and (iv) failure to enforce required constraints (e.g. the management of the sanitary protection zones), and (v) the deficiency in measurement channels (e.g. inadequate monitoring of the water quality in the reservoir and the feedback of the implementation of requirements and constraints was missing). Also, (vi) an inadequate coordination and communication of multiple controllers (e.g. inadequate reservoir Vrutci handover between some actors so all of them kept some of management roles) is included.

The entire socio-technical system that has been in a state of increased risk for years, crossed the safe margin at one point. If excessive proliferation of cyanobacteria had not happened in December 2013, some other condition would have led to the accident. This kind of safety analysis of the system is not aimed at determining who to blame, but at improving the situation in the entire safety control structure, so that similar cases would not occur. The method has application in the design of the systems (safety) management, application in the development of projects, or in the analysis of the investigation of events that have already happened, as demonstrated here.

#### **4. CONCLUSION**

The basic characteristics of the systems approach to WSS are: (i) comprehensive thinking about the system as a whole, with lowering down towards components, enabled by the cognitive technique of abstraction hierarchy, (ii) foundation on processes (on insight into the system), not on adverse events (on oversight), i.e. the independence of the model from the events, and (iii) considering the WSS as an integrated socio-technical system, with the existence of complex relationships among the technical, organizational, and social aspects.

The focus of the methodology is not on the technical details, or on individual human behaviors, but on the interactions at the level of the entire socio-technical system, processes and factors that influence the decision-making on safety and risk in WSS. Set in this way, the model corresponds to WSSs characterized by adaptive management, which are hierarchically structured socio-technical systems, and has a systematic approach based on resilience engineering. Due to the delicacy of the risk concept, a drift from risk has been made, and the concept of safety is defined as more appropriate to the WSS nature. The proposed methodology is a framework for modeling the safety aspect of WSS, in terms of the absence of accidents or damages, as a kind of an antipode to risk, providing answers to possible ways of improving the operation of WSS in a systematic manner.

#### **List of literature**

1. Alegre, H. (2009) Current Drivers, Challenges And Trends Of Infrastructure Asset Management, Japan 2009.
2. CAC (Codex Alimentarius Commission) (2003) Hazard analysis and critical control point (HACCP) systems and guidelines for its application. Annex to CAC/ RCP Rev. 4-2003. FAO/WHO.
3. Hollnagel, E., D. Woods, N. Leveson (eds.) (2004) Resilience engineering: Concepts and precepts. Aldershot, UK: Ashgate. ISBN-10: 0754649040. 410 p.
4. IEC/ISO 31010 (2009) Risk management - Risk assessment techniques. IOS, Geneva.188p.
5. ISO 55000 (2014) Asset Management–Overview, principles and terminology. Int. Org. for Standardization.19 p.
6. Ivetić, M., D. Kostić (2014) Analiza i ocena rizika u funkciji bezbednog vodosnabdevanja - primeri iz sveta i Srbije. Konferencija Savremena građevinska praksa 2014. Novi Sad, CePTOR, 16 p. In Serbian and English.

7. Kaplan, S., B. J. Garrick (1981) On The Quantitative Definition of Risk. *Risk Analysis*, Vol. 1, No. 1. 11-27.
8. Koffka, K. (1935) *Principles of Gestalt Psychology*. New York: Harcourt, Brace.
9. Leveson, N. (1995) *Safeware: System Safety and Computers*. Boston: Addison Wesley. ISBN 0-201-11972-2. 43p.
10. Leveson, N. (2004) A New Accident Model for Engineering Safer Systems. *Safety Science* 42 (4), 237-270.
11. Slovic, P. (1987). Perception of risk. *Science*, 236, 280–285.
12. Vanier, D. J., L. A. Newton, S. Rahman (2006) A Framework for Municipal Infrastructure Management in Canadian Municipalities, Research Report B5123.7, Institute for Research in Construction, N.R C Canada. p.16.
13. Wilson, R., E. Crouch (1982) *Risk-Benefit analysis*. Cambridge, MA: Ballinger, 1982, 218 p.
14. World Health Organization (WHO) (2008) *Guidelines for Drinking-water Quality*, Third Edition Incorporating First and Second Addenda. World Health Organization. Geneva. ISBN 978 92 4 154761 1. 515 p.

## WATER SUPPLY SECURITY AND FLOODS

Illes L.<sup>1</sup>, Iritz L.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>VIZITERV Environ Ltd., Nyiregyhaza, illeslajos@environ.hu

<sup>2</sup>LaCo Konsult HB, Stockholm, Iritz\_Laszlo2004@yahoo.se

### Water supply and floods

The flood events can damage the facilities of the water supply and sewage systems (WSS). The damage can hit the structures as well as the equipment. The power lines can be also cut off resulting malfunction of the WSSs. The flood water can enter the wells and pollute the water sources. Sewage ponds can be overfilled and the wastewater can spread over settlements or ecologically sensitive areas. Thus, the design of the water and sewage systems should consider the flood risks and prevent the breakdown of WSS in order to ensure safe water supply and secure sanitary conditions even in extreme situations. As we know, the climate change will cause more frequent and higher extreme flows. Therefore, an important act in the direction of safe WSS services is the accurate assessment of increasing flood risks and providing reliable data for design purposes. Flood mapping is an effective tool for investigating the flood conditions and their potential effects on the water supply and sewage systems. Country-wide flood mapping has been performed for the recent years in Hungary and VIZITERV Environ Ltd. had a leading role implementing the European Flood Directive in the country [5]. A brief summary of these works and some WSS relevancies are given in the following paragraphs.

### EU Flood Directive

The European Parliament and the Council because of the increasingly flood risks adopted the European Flood Directive, 2007/60/EC [4]. Implementation of the Flood Directive is obligatory for the EU Member States. The objective of the Flood Directive is to assess the flood risks and set up management framework for the activities in flood risk reduction in order to protect the human life and health, the environment, cultural heritage and economic activities. Under the Directive, Member States shall carry out preliminary flood risk assessment, prepare flood risk maps, and on the basis of flood risks maps to draw up flood risk management plans. The structural and non-structural measures should be planned and implemented to reduce the flood threats and flood risks. Flood management plans should be set up focusing on the environmental impact assessment related to dangerous substances, hazard control and the strategic impact assessment for avoiding severe accidents. The Plans also present the implementation programmes including priority of the measures, follow-up procedures, public consultations, information procedure and list of relevant responsible organizations. The Plans should contain the location of flood prone areas, the inundation ways, the natural flood retention options, flood control by reservoirs and detention basins, the land use plans, issues of environmental conservation, as well as the safety of public services and infrastructure. The preparedness plans of flood protection deal with flood damage mitigation as well as with the preparations for protection activities including the flood forecasting and warning issues.

It is very important to highlight the relation between the EU Water Framework Directive (WFD), 2000/60/EC [3] and the Flood Directive, 2007/60/EC [4]. The WFD desires achieving *good ecological status* of the surface waters and *good chemical status* of the groundwaters. The hydro-morphological state of the rivers constitutes of an important part of the *ecological status* and that latter one is often impacted by flood protection and river bed training activities. However, there is an option to go away from the WFD's ecological requirements in order to ensure the protection of human life or important infrastructures

(including the water supply installations). In such cases, compensation measures for environment interests should be applied. In this example, the Flood Protection Plans have categorized the flood protection measures according their objectives, negative and positive impacts as well the necessary mitigation and compensation measures accordingly. This approach allowed an effective harmonization between the ecological requirements and necessary protection actions.

### Flood Protection in Hungary

The total length of water courses in Hungary constitutes 52.355 km. The two main streams in Hungary are Duna and Tisza (Figure 1.). These two international rivers have lengths in Hungary 417 km (Duna) and 579 km (Tisza). Duna River creates state border between Hungary and Slovakia on a distance of 140 km. There is a large number of tributaries and most of them originate outside of the Hungary. In general, one can say that the river reaches in Hungary have lowland character and flow across low-altitudes territories. Therefore, the low-situated riverine areas with settlements or intensive agriculture or other activities are protected by levees. The total length of the earth levees in the country is close to 4000 km in total (Figure 2.) and in addition, there are flood protection walls in a length of 20 km.

Although the flood protection system in Hungary is properly maintained, extreme situations may occur because of dam failures or overtopping the levee crest (Figures 3. and 4.).



Figure 1. Water courses in Hungary (www.britannica.com ).

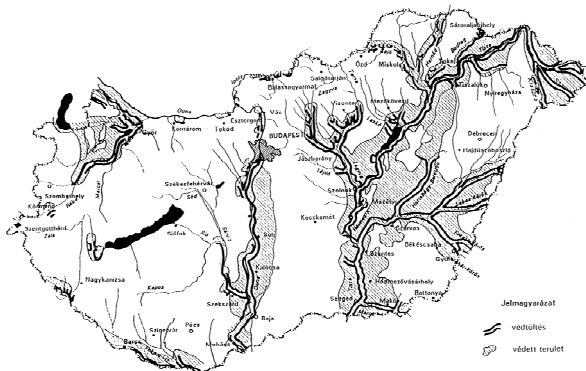


Figure 2. Levees along the rivers and flood prone areas (www.tankonyvtar.hu).



Figure 3. Levee breach (MTI)



Figure 4. Overtopping the levee crest (MTI)



Based on the potential threats of inundations, it was necessary to map the flood prone areas along the rivers and identify the inundated zones in case the levee line would be broken at certain points. The “*weak*” points of the flood protection system were identified and the modelling works for flood mapping were made assuming levee failures and inundations of the lowland areas.

### Flood mapping

Before the hydraulic modelling works started, digital datasets of the flood prone areas were created those combined the Digital Terrain Model (DTM) raster dataset of Hungary, the geodesic data of water courses and flood protection lines [5]. It was also necessary to create the DTM of the floodplains between two levee lines build along the river banks on both sides. These data were the necessary inputs in the hydraulic computations of the river flow.

The computations were made by combining the MIKE 21 and ESRI Hydrological Tools. MIKE 21 is a general flow hydrodynamic modelling system based on finite volume method on an unstructured mesh and simulates unsteady flow conditions [1]. The MIKE 21 is general hydrodynamic system of free surface flow therefore can be used for computation of overland flooding. In this case, 2D modelling was made for assessing the extensions and depths of water over the terrain after levee breach assumed at different (“*weak*”) reaches of the protection lines. When there was no levee line build along the river reach then the floodplain inundation was mapped at different water levels in the river.

ArcGIS Spatial Analyst includes a range of spatial modelling and analysis tools [2]. In this case ArcGIS handled the input and outputs data of the MIKE 21 hydrodynamic system used for computations of the larger rivers confined by levee lines. While the ESRI Hydrological Tools in case of smaller water courses created a raster of accumulated flow into each cell of an input flow direction Grid raster, i.e. 1D modelling was applied in these areas. The computation was made stepwise, i.e. by separate sections of flood prone areas. The country-wide inundation maps were created by integrating the overland floods assessed in separate flood plain sections (Figure 5).

Along with the inundations maps, plots were produced showing the impacts on humans, loses in the economy and ecological damages in a function of different inundation depth.

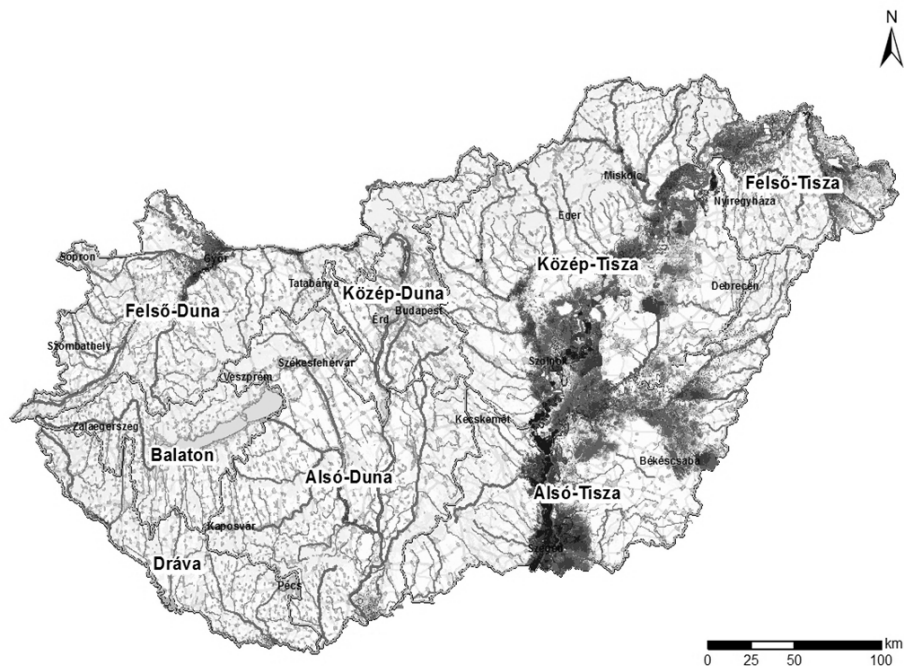


Figure 5. Inundated areas of 1% probability.

### Floods and water supply

The public water supply uses around 1 million cu m surface water in Hungary and that is close to 40% of the total volume. The major part of this volume is taken from embankment wells (Figure 6.). The series of embankment wells of different types stretches on length of 150 km along the Danube River. These infrastructures have point and linear character. Thus, the safe water supply is closely related to flood security of this type of infrastructures. The *Governmental Law* obligates the waterworks to supply safe water, consequently there are two types of tasks concerning the floods vs. water supply and/or sewage services:

- Protection of water supply and sewage facilities and
- Safeguarding supply of healthy water during extreme situations.

The flood waters entering the wells can pollute the waters pumped for water supply. Equipment can also be also damaged by floods.

The protection measures are

- 1) Design of facility locations at elevations higher than flood risk level. (Figures 7. and 8.),
- 2) Structural measures for protecting the locations of the facilities (e.g. flood walls and levees),
- 3) Prevention from *back flow* into water and wastewater facilities by valves (Figure 9.).
- 4) The flood forecasting and warning are necessary to prepare the entire or parts of WSS for the extreme situation.



Figure 6. Embankments wells along the Danube River (MAVÍZ).



Figure 7. Flood secure well (Kurdi J.).



Figure 8. The aeration cylinder is raised above the flood level (Simon E.).



Figure 9 HPDE Flap Valve (Muna UK).

We can note that surroundings of water well shown in Figure 7 have been flooded two times for the recent years, however, the facility functioned properly because the upper part of the structure exceeds the flood level and even the levee crest along the river [6].

### **Summary**

The flood mapping provides necessary information and data for the proper planning of safe water supply and waste water facilities by giving potential inundation areas, elevation of the water levels and the depths of the water over the land. The design of WSS should consider the information provided in case of new developments but also the reconstructions plans should be based on the new flood risk maps. The climate change shows a trend of increasing high flows therefore the flood risks should be seriously taken into account when WSS constructed, reconstructed or operated.

### **List of literature**

- 1) DHI: [www.mikepoweredbydhi.com](http://www.mikepoweredbydhi.com)
- 2) ESRI: [www.pro.arcgis.com/en/pro-app/tool-reference/spatial-analyst/an-overview-of-the-hydrology-tools.htm](http://www.pro.arcgis.com/en/pro-app/tool-reference/spatial-analyst/an-overview-of-the-hydrology-tools.htm)
- 3) European Union: [www.ec.europa.eu/environment/water/water-framework/info/intro\\_en.htm](http://www.ec.europa.eu/environment/water/water-framework/info/intro_en.htm)
- 4) European Union: [www.ec.europa.eu/environment/water/flood risk](http://www.ec.europa.eu/environment/water/flood_risk)
- 5) Illés L.: Applying the EU Flood Directive in Hungary (in Hungarian), Mérnök Újság, pp. 4, Budapest, November 2016.
- 6) Kurdi J.: [www.kurdijanos.blogspot.hu](http://www.kurdijanos.blogspot.hu)
- 7) OVF: [www.vizugy.hu](http://www.vizugy.hu)
- 8) Simon E.: Reconstruction of Water Supply Structures at Budapest Water Works, (in Hungarian), pp 12. [www.hidrologia.hu/vandorgyules/31/dolgozatok/098\\_simon\\_elek.html](http://www.hidrologia.hu/vandorgyules/31/dolgozatok/098_simon_elek.html)

## **TWO YEARS OPERATIONAL EXPERIENCE WITH ULTRAFILTRATION AS PRE-TREATMENT OF SEAWATER DESALINATION SYSTEM**

**Authors:** Javier Suárez, Lorena Barberà, Guillem Gilabert-Oriol,  
Juan Carlos González, Jorge Pordomingo

**Presenter(s):** Hardik Pandya  
*DOW™ Technical Specialist – Dow Chemical IMEA GmbH – UAE*  
*HBPandya@dow.com*

### **Abstract**

The selection of a proper pretreatment for Reverse Osmosis (RO) systems is essential to produce a high quality feed water in order to ensure a more sustainable and reliable operation. Traditionally, seawater RO installations have been operated with conventional pretreatments based on single or two staged media filtration, and occasionally preceded by coagulation/flocculation processes. In recent years however, hollow fiber Ultrafiltration (UF) technology has increasingly gained acceptance as a viable pretreatment alternative for seawater desalination, due to advantages such as greater capability to cope with fluctuations and high solid loads in raw waters (typical of open intakes), smaller footprint, higher and more consistent filtrate water quality and higher environmental sustainability, ultimately demonstrating lower total water cost in the long term operation. In this article, design and operational aspects of the country's largest integrated Ultrafiltration and Reverse Osmosis system to treat seawater in a remote island of Spain will be provided after two years of operation. Special emphasis will be given to the benefits that the Ultrafiltration technology has brought to the operator compared to the conventional pretreatment it replaced.

### **I. INTRODUCTION**

Bordered by seawater on all sides and experiencing low levels of annual rainfall, freshwater is a scarce resource on Gran Canaria island (Spain). In order to meet the needs of local and tourist populations, the historically dry island has established desalination plants for the production of potable water.

“Maspalomas-I” is one of the Canary Islands desalination plants built in the 80's to solve the water scarcity issue generated by an increasing demand coming from tourism and agriculture activities. Originally Maspalomas-I was treating waters collected from wells in the south Gran Canaria island using Electrodialysis Reversal (EDR) technology. This water, once treated, was used to supply the popular touristic areas of Playa del Ingles and Maspalomas in drinking water. The start-up of this plant took place in 1986 with a capacity of 20,000 m<sup>3</sup>/d, which was a huge challenge at that time. Two years later it was expanded by 2,000 m<sup>3</sup>/d to its final capacity of 22,000 m<sup>3</sup>/d.

The moment of renewing Maspalomas-I desalination plant came together with a decreasing availability of brackish water and the maturity of the seawater desalination technologies, so it was decided to retrofit this plant into a seawater reverse osmosis plant. This took place in 2006 with the installation of two RO trains producing 1,250 m<sup>3</sup>/d each. One more train producing 6,000 m<sup>3</sup>/d was started-up in 2010.

The modern seawater Maspalomas-I Desalination Plant has been built and is operated by Elmasa Tecnología del Agua, S.A. The RO plant, with a current total capacity of 14,500 m<sup>3</sup>/d, and was originally designed and operated with conventional pretreatment (i.e. pressurized multimedia filters). The plant supplies water to the country's largest touristic area, and biggest municipality of the island, San Bartolomé de Tirajana.

In 2012, due to increasing water demand in the area, it was decided to expand again the RO plant capacity with one more train of 6,000 m<sup>3</sup>/d (started-up in 2013). The existing intake system based on beach wells did not have the capability to provide the new required feed water flow for the expansion, and therefore a new open intake was constructed. It was also decided to install an Ultrafiltration system as pretreatment to replace the existing multi-media filters.

Hollow fiber Ultrafiltration technology has increasingly gained acceptance for reverse osmosis pretreatment in seawater. The benefits of Ultrafiltration versus conventional technologies are already amply known and documented, such as better and more consistent filtrate quality in terms of e.g. turbidity, SDI, pathogens, particles or colloidal matter, smaller footprint, higher reliability for the RO system operation, or lower environmental impact and higher process simplicity, especially when no coagulant is used.

However, without a proper optimization of the process, Ultrafiltration is not free from operational challenges, such as risk of oxidation of the chlorine sensitive RO membranes due to the use of chlorine in the UF process, or biofouling issues in the filtrate tank and/or RO membranes installed downstream.

This paper will describe the drivers to adopt the Ultrafiltration technology. It will also provide an evaluation of the first two years of performance and challenges encountered in the integrated UF/RO system "EDAM Maspalomas-I" located in the island of Gran Canaria (Spain).

## **II. METHODS**

### **2.1 Drivers to adopt Ultrafiltration in Maspalomas-I plant**

With over 12 million visitors per year, the island's local water demand has steadily risen, requiring Maspalomas-I RO plant to expand its water processing capacity. However, the plant's existing intake system based on beach wells did not have the capability to provide the new required feed water flow to accommodate for the plant's expansion; therefore, a new open intake had to be constructed.

A conventional two-stage pressurized sand filtration was initially studied for the new open intake pretreatment; however, this option was finally discarded in favour of the Ultrafiltration technology due mainly to the following reasons in order of decreasing importance:

- Needs of land acquisition and therefore longer lead times associated to conventional treatment (i.e. due to the layout of the conventional treatment scheme, it would have required acquisition of land at a high cost, obtain related permits, etc.)
- Higher transportation costs of vessels and media filter to the island.
- Lower plant footprint needed for the UF (35-40% lower, including prefilters and UF chemical systems).

- Higher capability of the UF to cope with variable feed water quality and tidal changes, especially for an open intake.
- Superior and more consistent filtrate water quality provided by the UF.

## 2.2 Ultrafiltration pilot trial

A ten month pilot trial (from September 2012 to June 2013) preceded the execution of the full scale plant and allowed to define the maximum stable flux as well as the rest of operating parameters (e.g. frequency of backwashes and requirements for chemical cleanings). The UF trial was carried out in EDAM Las Palmas III desalination plant, few kilometres away from Maspalomas; however this was considered a conservative approach as the UF pilot unit feed water quality was worse than that expected for Maspalomas-I full-scale plant.

The pilot unit ran at a gross flux of 80 Liters/m<sup>2</sup>/h (LMH) with a trans-membrane pressure (TMP) in the range of 0.45 to 0.70 bar through the testing period (at 25°C temperature). The UF module was regularly subjected to maintenance cleanings with sodium hypochlorite (i.e. every 24 hours) and hydrochloric acid (i.e. every 72 hours).

Figure 1 shows a comparison of the Silt Density Index (SDI<sub>15</sub>) filter for the raw water, the existing conventional treatment outlet and UF unit filtrate, where it can be observed that the UF technology achieved significant higher removal of suspended and colloidal matter.

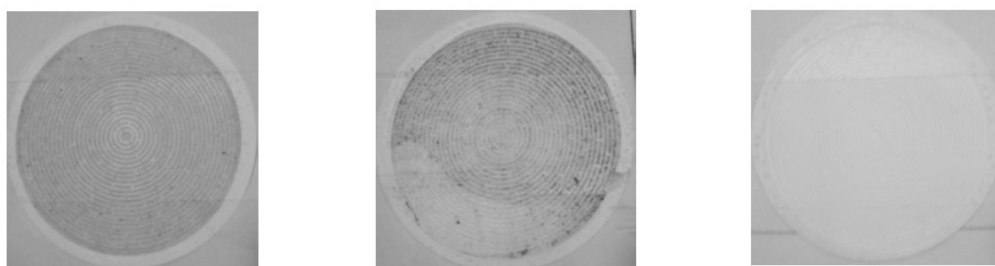


Figure 1. SDI<sub>15</sub> filter for Raw Water, Conventional Treatment outlet and UF unit filtrate

## 2.3 Full-scale plant description

Maspalomas-I Desalination Plant is located in the island of Gran Canaria, Spain, and has been built and is operated by Elmasa Tecnología del Agua, S.A. The RO plant, with a current capacity of 14,500 m<sup>3</sup>/d and originally designed with conventional pretreatment (i.e. pressurized multimedia filters), was started-up back in 2006. The plant supplies water to the country's largest touristic area, and biggest municipality of the island, San Bartolomé de Tirajana.

In 2012, due to the increasing water demand in the area, it was decided to expand the plant capacity, and a new open intake was constructed. In addition, the existing conventional pretreatment was replaced by DOW™ Ultrafiltration technology, for the reasons mentioned in section 2.1. The DOW™ Ultrafiltration plant was commissioned in April 2013 and is currently the country's largest municipal ultrafiltration system designed with pressurized modules for seawater desalination pretreatment.

Figure 2 shows the whole process scheme of the plant.

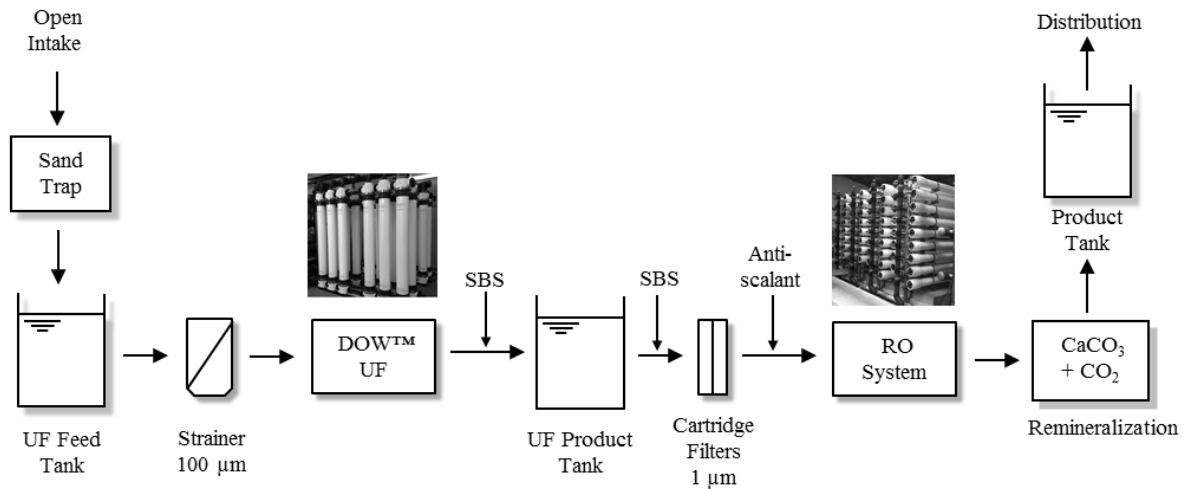


Figure 2. Process flow diagram of Maspalomas-I UF/RO system

Seawater from the open intake (at approximately 450 meters from the shore, 5.5 meters depth and 4.5 meters above seabed) is initially pumped to a sand removal basin, where sand and settling particles above a size of approximately 200 microns are removed. Ahead of the ultrafiltration system, a battery of 100 microns self-cleaning strainers acts as a safety barrier for particles and debris susceptible to damage the UF fibers. The size of this pre-UF self-cleaning filter was selected based on a compromise between not being too coarse to potentially let sand particles or shell fragments to go through, but also not too tight to create potential issues of cell rupture due to excessive shear in case of algae presence.

The DOW™ Ultrafiltration system has a capacity of 33.500 m<sup>3</sup>/day of net ultrafiltrate flow and consists of 5 independent trains, each one designed with four DOW IntegraPac™ skids with 14 vertical modules DOW™ Ultrafiltration IP-77 each (77 m<sup>2</sup> membrane area). Initially only 12 modules plus 2 spares were installed in each DOW IntegraPac™ skid, but due to an increase in the water demand, three of the trains were completed with all modules in April 2015. Therefore three trains operate currently with 56 modules each and the other two with 48 modules each, for a total 264 modules installed. The operating flux is similar in each train. Figure 3 depicts a DOW IntegraPac™ skid at Maspalomas-I plant.



Figure 3. DOW IntegraPac™ Skid

The ultrafiltration trains are fed with a common feed water pump battery, in a configuration of three pumps on duty and one stand-by. There is one backwash pump for all trains, where the stand-by feed pump also serves as backup for the backwash pump. An even production is achieved through motorized feed valves and individual flow meters in each train.

The ultrafiltrate is collected in a tank with a retention time of around 25 minutes, which works as a buffer tank for a better control of the inflow to the RO system. A direct coupling UF/RO was initially studied, but eventually discarded due to the higher complexity of the plant design and control and the issues associated with ensuring a constant pressure and flow at the RO system inlet without a buffer tank. However, due to potential contamination of the filtrate tank, it was deemed appropriate to install 1 micron cartridge filters at the RO system feed.

## 2.4 DOW™ Ultrafiltration technology description

The DOW IntegraPac™ Ultrafiltration modules are made from high strength, hollow fiber membranes and have been engineered to reduce design and fabrication requirements with features and benefits such as:

- 0.03 micron pore size for effective removal of microorganisms, particulates and colloidal matter, to protect downstream RO system.
- Polyvinylidene fluoride (PVDF) fibers which offer strength, chemical (especially chlorine) and fouling resistance; which allows for extended membrane life and consistent long-term performance.
- Outside-in flow configuration allows higher Total Suspended Solids feed waters, while maintaining reliable system performance and producing high quality filtrate.
- Innovative end-caps enable direct coupling of modules, eliminating the need for piping manifolds.

These modules are an ideal choice for systems requiring a small footprint. The IP-77 module offers 77 m<sup>2</sup> effective membrane area, which contributes to a more economical membrane system design.

Moreover, The DOW IntegraPac™ skid is a pre-engineered, standardized skid design consisting of DOW IntegraPac™ ultrafiltration modules, auxiliary parts and piping. It significantly streamlines design, assembly and installation, resulting in lower skid costs, easy assembly, smaller footprint and faster delivery. These were critical aspects for Maspalomas-I plant expansion.

DOW IntegraPac™ skid features include:

- Modular and scalable design for use across a wide range of flow rates.
- Materials of construction selected for corrosion resistance and chemical compatibility.
- Shipped unassembled to lower transportation cost and prevent damage in transit.
- Individual end caps with built-in interconnectivity to allow for direct modules connection, and elimination of ancillary piping, manifolds and connections.
- Standardized and pre-fabricated components and parts eliminate measuring, cutting, gluing and welding.
- Compact design and footprint saving space.
- Easily accessible for physical inspection or replacement at end of life.
- Operator-friendly transparent filtrate elbow designed and located for easy visual integrity inspection.



## 2.5 DOW FILMTEC™ Reverse Osmosis System description

The RO system consists of 4 trains with three of them featuring DOW FILMTEC™ elements. Two of the trains are suitable for a production of 1,250 m<sup>3</sup>/d of permeate each. They consist of 15 pressure vessels with seven DOW FILMTEC™ SW30HRLE-400i elements per vessel. A larger third train of 6,000 m<sup>3</sup>/d features 68 pressure vessels, also with 7 elements per vessel. For this one, elements with higher active area were selected, in order to maximize the production capacity. To ensure suitable permeate water quality, the system includes a hybrid configuration with a combination of two DOW FILMTEC™ SW30XHR-440i followed by five elements DOW FILMTEC™ SW30HRLE-440i per vessel (technical specifications of these RO elements can be found in Table 1). The final permeate water has a total dissolved salts (TDS) content lower than 250 mg/L and the boron concentration is below 1 mg/L. Reverse osmosis is operated at a constant permeate flow of 250 m<sup>3</sup>/h and a constant water recovery of 46%.

Table 1. Technical Specifications of the RO elements installed

RO Element Model	Active Area (m <sup>2</sup> )	Permeate Flow Rate (m <sup>3</sup> /d)	Stabilized Salt Rejection (%)
DOW FILMTEC™ SW30XHR-440i	41	25	99.82
DOW FILMTEC™ SW30HRLE-440i	41	31	99.80

The above values are based on the following conditions: 32,000 mg/L NaCl, 55 bar, 25°C, pH 8 and 8% recovery.

Finally, the RO permeate goes through a remineralisation step by addition of CO<sub>2</sub> and flow through limestone contactors, to correct parameters like alkalinity, pH and Langelier Saturation Index (LSI), and is sent to the final product water tank. After that the water is chlorinated and sent to distribution.

## III. RESULTS AND DISCUSSION

### 3.1 Ultrafiltration plant performance

A summary of the raw water quality feeding the UF system is shown in Table 2.

Table 2. Raw Water Quality Summary (feed to UF system)

Parameter	Unit	Value
Temperature	°C	18-28
pH	-	7.7-8.1
Conductivity	mS/cm	50-56
Total Organic Carbon	mg/L	< 1
Turbidity	NTU	<10
Total Suspended Solids	mg/L	<20

The Ultrafiltration system operates in dead-end mode at a variable gross flux (depending on the water demand) of 65-80 LMH and with filtration cycles of 60-70 minutes. After each filtration cycle a backwash with ultrafiltrate water is initiated to flush out contaminants accumulated in the membranes and restore the trans-membrane pressure (TMP). The backwash efficiency is enhanced by a few seconds of air scour at the external wall of the fibers (feed side). Regularly, a Chemically Enhanced Backwash (CEB) is carried out in each train, where chemicals are added into the backwash stream for better removal of contaminants or disinfection of the system. To this end, a CEB with around 200-250 mg/L of sodium hypochlorite is carried out every 24-48 hours depending on fouling behaviour and train position (i.e. the two farthest trains from the feed pumps battery seem to experience a higher fouling rate most likely due to hydraulic inefficiencies) for organic fouling control and disinfection. An acid CEB with HCl at pH 2.0-2.2 is executed every 24-72 hours (depending on fouling behaviour) as a maintenance cleaning for potential inorganic scale formation removal. No other chemical (e.g. caustic soda) is used for these regular CEB's.

In addition to these regular automatic cleanings described before, an off-line intensive cleaning may be done via the Cleaning In Place (CIP) system, which allows preparation of the chemical solution with low TDS (Total Dissolved Solids) RO permeate water, and optionally heating the solution, for a higher cleaning efficiency. The first CIP in the UF system was carried out after two years of operation, in April 2015 (0.1% Caustic cleaning + NaOCl followed by 2% Citric Acid cleaning).

This operating procedure achieves a global recovery of the ultrafiltration system of 96-97% and a system availability (i.e. on-line time) above 95%.

The TMP in the UF trains ranges typically from 0.55 to 1.10 bar (average 0.80 bar) depending on the operating flux (i.e. it increases when the flux increases, and vice versa, but remains quite stable at a fixed flux and with no significant signs of fouling).

Figure 4 depicts the average Permeability for the UF system, the operating Flux and the water Temperature, where it can be observed that it has been quite steady during the whole operational period, with average values around 90-95 LMH/bar. A decline in permeability can be observed by the end of 2013 until April of 2014, due to several reasons: the lower water temperature due to the winter period (up to 5 Celsius degrees drop), episodes of biofouling issues in the filtrate tank which were most likely affecting the backwash performance, and episodes of worse feed water quality. From May 2014 the CEB frequency was increased to daily chlorine and acid CEB's and the permeability was stabilized, as it can be observed in the graph.

Note that actual data of temperature was not available until summer 2014 due to the lack of an in-line temperature transmitter. Since the temperature of the water is relatively stable, the permeability values were normalized assuming that temperature was constant at 25 °C during that period, hence the straight temperature trend showed in the graph.

On the other hand, the fast decline of permeability observed at the beginning of 2015 is due to both the higher operating flux (probably beyond the critical flux for this specific feed water) and more importantly an episode of worse feed water quality. The permeability was however recovered completely with the CIP carried out in April 2015.

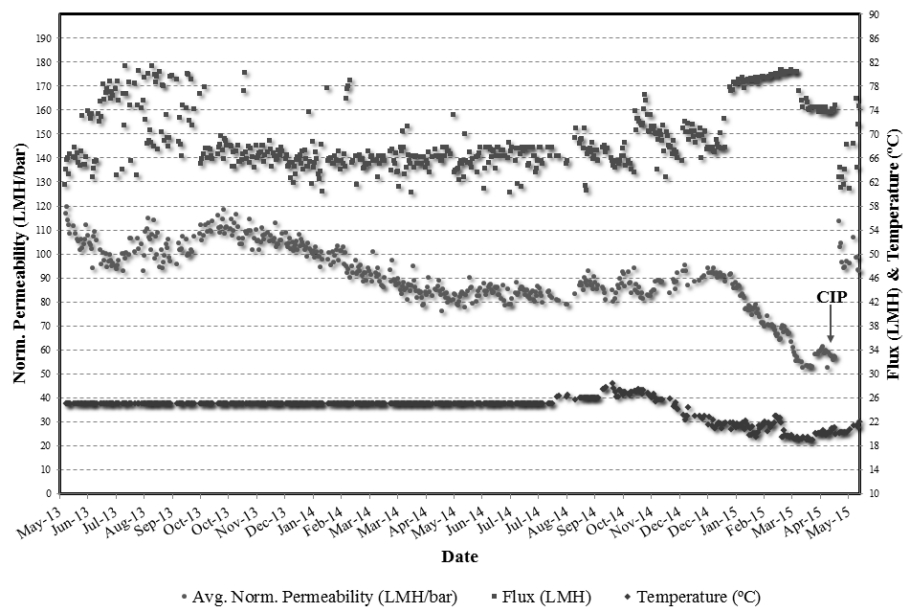


Figure 4. Average Permeability (LMH/bar) for the UF system

Colloidal fouling can seriously impair performance of the of RO elements. The Silt Density Index (SDI) is a commonly used off-line test to evaluate the RO feed water quality in terms of particulate and colloidal matter, and although it has some limitations, it is generally a good indicator of the fouling tendency of the RO membranes. An  $SDI_{15}$  at the RO system inlet below 3.0 %/min is generally considered to have a low fouling potential, although the average  $SDI_{15}$  value of the raw water in Maspalomas-I plant (after the UF pre-strainers) is around 5.0 %/min (with some episodes of immeasurable  $SDI_{15}$  and  $SDI_5$  above 15%/min).

However, following the UF pretreatment, the  $SDI_{15}$  at the cartridge filters inlet has been maintained at an average value of 2.10 %/min, with 90% of the time below 2.60 %/min. It should be noted though that this is the value after the UF product tank, where it is observed that some contamination is taking place. The  $SDI_{15}$  values at the very UF system outlet have actually shown an average of 1.73%/min, with 90% of the time being below 2.30 %/min.

Figure 5 depicts the average  $SDI_{15}$  values of the UF system inlet (upstream the pre-strainers) and the cartridge filters inlet (downstream UF filtrate tank).

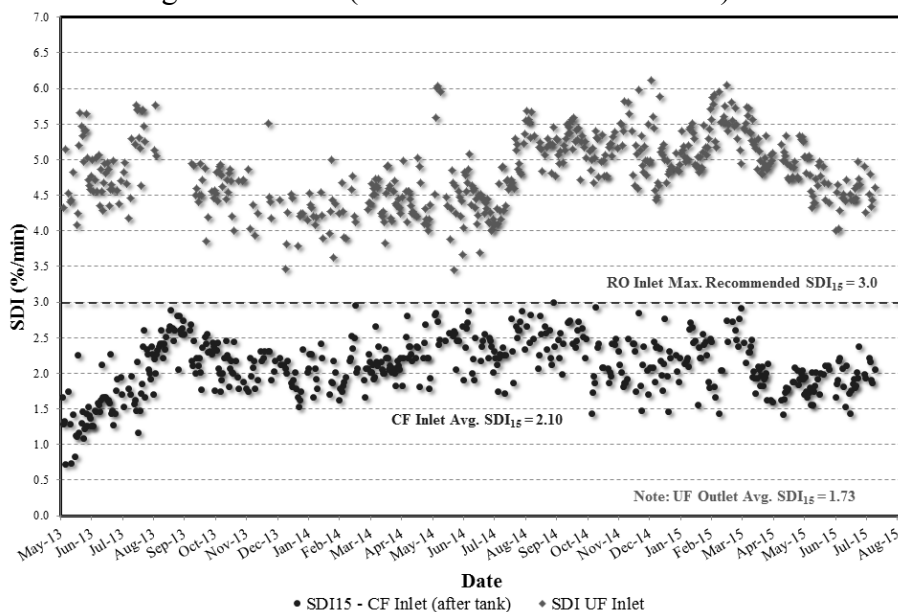


Figure 5.  $SDI_{15}$  of UF system inlet and RO system inlet

One of the main operational challenges faced by the plant is to keep under control the bio-growth in the UF water tank, in order to minimize the fouling of the RO membranes installed downstream, especially when the nutrient sources (i.e. dissolved organics) are not significantly reduced by the UF process.

The use of oxidants for disinfection, however, requires special considerations due to the sensitivity of the RO membranes to even small amounts of oxidants. On the other hand, chlorination of the feed water followed by de-chlorination prior to the RO system can also create issues. It has been widely documented that chlorination leads to organic matter breakdown which are then more easily assimilated by the post-dechlorination surviving bacteria and actually increases the biofouling potential in the UF and RO systems, so continuous in-line chlorination was discarded.

As mentioned above, the UF system goes through disinfection CEB with sodium hypochlorite every 24-48 hours. This ensures that the UF system remains disinfected and the organic fouling under control. However, in order to minimize the residual chlorine going to the RO system downstream, a thorough rinse via backwash is carried out in the UF trains after being exposed to chlorine. Moreover, as an extra safety measure, once any UF train comes back to filtration after a cleaning with chlorine, the initial ultrafiltrate volume produced is sent for a few minutes to drain through an out of spec line until the residual chlorine is below 0.20 ppm, and besides, sodium bisulfite (SBS) is dosed temporarily at the UF product tank inlet.

However, this leaves the UF product water tank with virtually little or no residual chlorine exposure at all, so the chance for biogrowth to appear in the tank is high, especially if it is not properly sealed and equipped with vent filters. This phenomenon happened in Maspalomas-I plant few months after the start-up.

The measures taken in order to minimize the UF filtrate tank and RO membranes biogrowth have been the following:

- Substitute the previous tank internal wall lining based on PVC panels to food-grade cement coating.
- Modify the tank internal flow pattern to avoid dead zones. This was achieved by configuring the tank inlet and outlet in opposite walls and feeding the tank along one of its sides by means of multi-branch feeding pipe.
- Reduce the water level in the filtrate tank around 35% in order to minimize the retention time.
- Apply a disinfection strategy based on monthly to bi-monthly chlorine shock with 50 mg/L and 30-45 minutes of soaking, followed by thorough rinse of the tank to drain, refill with chlorine-free fresh water and temporary SBS addition at the RO feed when back in operation as a safety measure. The chlorine is added at the feed of the strainers (upstream the UF system) in order to disinfect as well the whole ultrafiltration plant, taking advantage of the high tolerance of PVDF ultrafiltration membranes to chlorine. This practice was however discontinued by the end of 2014 due to the high risk of chlorine leaking to the RO system downstream.
- Regular flushing (i.e. every 3-4 days, for around 2 hours) of the RO system with a blend of RO brine and UF filtrate at a mixed conductivity of 63 mS/cm. This was done in filtration mode (i.e. the RO continued producing water, although at a lower flow due to the higher feed water conductivity). This practice was also discontinued by the end of 2014.
- Regular dosage (i.e. every 3-4 days) of SBS at the RO inlet (discontinued by the end of 2014).

### 3.2 Capital and Operational Costs

The capital cost of Maspalomas-I Ultrafiltration plant was around 55 Euros/m<sup>3</sup>/day of UF net output. This includes civil works, UF building, tanks, mechanical and electrical equipment, strainers, UF modules and racks, auxiliary systems like chemicals (i.e. CEB and CIP) and blower, installation and engineering. It is important to mention however that Elmasa Tecnología del Agua, S.A. engineered, procured and installed the UF plant themselves, not through an external contractor, and that land acquisition to accommodate the UF system was not necessary.

Note that the capital cost for a conventional pretreatment (i.e. two-stage pressure filters) in this case would have been significantly higher than the UF option mainly due to the factors already mentioned before: high transportation costs of the vessels and media filter to the island, and the needs of land acquisition to accommodate the filters.

As per the operating costs, the energy consumption for the whole UF plant (i.e. including strainers, UF filtration, backwash, air scour, chemical cleanings, instrumentation, ultrafiltrate backpressure, plus lighting and Air Conditioning of the UF building) is around 0.11 kWh/m<sup>3</sup> (m<sup>3</sup> refers here to ultrafiltrate), where 0.07 kWh/m<sup>3</sup> corresponds to filtration mode only (i.e. strainers plus membrane TMP plus filtrate backpressure of around 0.5 bar).

The total energy consumption for the pretreatment at Maspalomas-I plant including UF and the RO low pressure feed pumps is 0.43 kWh/m<sup>3</sup> (m<sup>3</sup> refers here to final RO permeate). As a comparison, a twin plant which works with conventional pretreatment (i.e. two-stage pressure filters) and that is located just a few kilometres away from Maspalomas-I, has similar energy consumption.

Table 3 shows the itemized and total energy consumption for Maspalomas-I plant.

Table 3. Total Energy Consumption per m<sup>3</sup> of RO permeate

Item	kWh/m <sup>3</sup>
Seawater Intake	0.96 <sup>[1]</sup>
Ultrafiltration (inc. strainers)	0.23 <sup>[2]</sup>
Low Pressure Pump (transfer to RO)	0.20
RO Process (inc. energy recovery)	2.50
TOTAL	3.89 <sup>[3]</sup>

[1] Note that Maspalomas-I plant is at +90m above sea level.

[2] This refers to RO permeate. Referred to UF filtrate would be 0.11 kWh/m<sup>3</sup>

[3] Assuming plant location at sea level, the total energy consumption would have been ~3.3 kWh/m<sup>3</sup>

In terms of chemical consumption, only sodium hypochlorite (13%) and hydrochloric acid (35%) are used for the regular chemical cleanings of the Ultrafiltration membranes (i.e. CEB's). The total consumption for both chemicals (i.e. around 85 kg/day of NaOCl and 80 kg/day of HCl) accounts for 0.075 cents of Euro per cubic meter of net ultrafiltrate produced.

#### IV. CONCLUSIONS

- In order to get the most out of the latest developments in RO membranes and system performance, pretreatment needs to provide a consistent, reliable and high water quality.
- Ultrafiltration has gained widespread acceptance in the last years as pretreatment for seawater reverse osmosis, especially in those cases where the feed water quality has high variability, like open intakes.
- RO systems downstream of UF are serviced by the high quality UF filtrate, increasing the reliability and sustainability of their operation.
- The new developments and evolution of the UF technology have made it more affordable and viable versus conventional pretreatment.
- In case of remote islands with high land cost, the capital cost of UF may be significantly advantageous versus conventional pretreatment, due to the lower footprint. Besides, lower weight and volume of UF modules also means lower transportation costs as opposed to media filters.
- Since the start-up of the UF system, in April 2013, the quality of the UF filtrate has been stable and according to the expectations (i.e. average SDI<sub>15</sub> 1.73, with 90% of the time below 2.30) and with a steady permeability trend.
- The use of intermediate tanks between the UF and the RO makes the operation much simpler but requires a careful maintenance and follow-up in order to avoid lessening the benefits of the UF due to tank biofouling issues.
- The integration of UF and RO requires special precautions, where it is needed to adapt their operational philosophy from the distinctive features of conventional treatment (e.g. regular backwashes and chemical cleanings to sustain stable operation, or proper control of residual chlorine to avoid RO membranes oxidation).

#### V. REFERENCES

1. Matina, A.; Khana, Z.; Zaidia S.M.J.; Boyceb, M.C. Biofouling in reverse osmosis membranes for seawater desalination: Phenomena and prevention, *Desalination* 281 (2011) 1–16
2. Suárez, J.; Villa, J.; Salgado, B. Experience with Integrated Ultrafiltration/Reverse Osmosis Systems in Industrial Applications in Spain, presented at EDS Conference, Barcelona, April 2012.
3. Gasia-Bruch, E.; Busch, M.; García Molina, V.; Kolbe, U. Dual Membrane Systems in Seawater Desalination: Drivers for Selection and Field Experiences. Presented at IDA 2011.
4. Guibert, D.; Laverty, P. Ultrafiltration Pretreatment for Reverse Osmosis Plants: Designs Perspectives and Considerations. Presented at IDA 2013.
5. Pearce, K. UF/MF Membrane Water Treatment, Principles and Design; Water Treatment Academy, 2011.
6. Voutchkov, N. Desalination Engineering, Planning and Design. McGraw Hill, 2013.
7. FILMTEC™ Reverse Osmosis Membranes Technical Manual. DOW Water and Process Solutions.
8. Jacobson, J. D.; Kennedy, M. D.; Amy, G.; Schippers, J. C. Phosphate limitation in reverse osmosis: An option to control biofouling?. *Desalination and Water Treatment* 5 (2009) 198–206
9. Suárez, J.; Salgado, B.; Casañas, A.; González, J.C.; Pordomingo, J. One-year operational experience with ultrafiltration as pretreatment of seawater reverse osmosis desalination system (Maspalomas-I Plant). *Desalination and Water Treatment* (2014) 1- 9

™ Trademark of The Dow Chemical Company (“Dow”) or an affiliated company of Dow.

## MAGİSTRAL SU XƏTLƏRİNDƏ MÜMKÜN QƏZALARIN RİYAZİ MODEL ƏSASINDA AŞKARA ÇIXARILMASI VƏ TƏHLİLİ

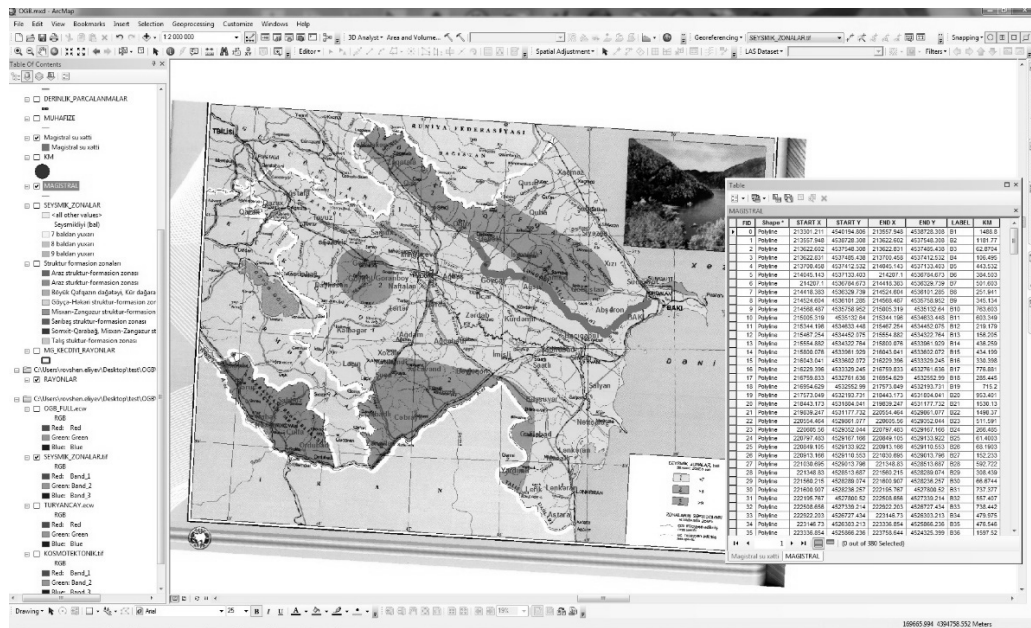
**Qocamanov M.H., Qurbanov Ç.Z.**

*Bakı Dövlət Universiteti, Z.Xəlilov küç. 23, Bakı, Azərbaycan*

*<sup>1</sup>mgodja@yandex.ru, <sup>2</sup>chgurbanov@mail.ru*

Son dövrlərdə respublikamızda aparılan geniş miqyaslı sosial-iqtisadi islahatlar nəticəsində Abşeron yarımadasında yüksək urbanizasiya və şəhərsalma prosesinin getməsi müşahidə olunur ki, bu da yeni yaşayış massivlərinin yaradılmasına, müxtəlif sahələrdə böyük və mühüm infrastruktur layihələrinin həyata keçirilməsinə zəmin yaradır. İnfrastruktur layihələri sırasında su təchizatı və kanalizasiya sistemlərinin layihələndirilməsi, həmçinin onların yenidən qurulması yolu ilə əhalinin keyfiyyətli və fasiləsiz qaydada suya olan ehtiyaclarının ödənilməsi işləri xüsusi yer tutur ki, bu da ölkə əhalisi üçün böyük əhəmiyyət kəsb edir. Belə mühüm layihələrdən biri də Oğuz-Qəbələ-Bakı su kəməri layihəsidir. Bu Abşeron yarımadasının içməli suya olan ehtiyacının ödənilməsi sahəsində həyata keçirilən ən böyük layihələrdən biridir. Qeyd etmək lazımdır ki, Oğuz rayonu ərazisindən təmiz suyun boru kəməri vasitəsi ilə Bakı şəhərinə çatdırılması su təminatında öz müsbət töhfəsini vermişdir. Belə layihələrin yerinə yetirilməsi zamanı qarşıya çıxan çoxsaylı texnoloji məsələlərin həllində integrasiyalı idarəetmə sistemləri və müasir geodeziya üsullarından istifadə olunması xüsusi yer tutur. Bununla belə, istənilən növ obyektin inşa edilməsindən sonra, yəni onun istismarı dövründə məkanda plan-yüksəklik vəziyyətinin nəzarətdə saxlanılması olduqca vacib və əhəmiyyətli məsələlərdəndir. Bu məqsədlə, xüsusi halda magistral su xətlərinin istismarı zamanı, onlara geodinamik təsirlərin qiymətləndirilməsi həyata keçirilir. Geodinamik qiymətləndirmənin ən vacib üsullarından biri həmin obyekt üzrə geodezik monitoring sisteminin (GMS) yaradılmasıdır. GMS qabaqlayıcı tədbirlərin hazırlanmasında, magistral su xətlərində baş verən qəzaların təhlilində, onların hansı səbəblərdən (endogen və ya ekzogen təsirlərdən) baş verməsinin aşkar edilməsində və ətraf mühitlə qarşılıqlı əlaqələndirilməsində mühüm əhəmiyyət kəsb edir. Magistral su kəmərlərində baş verə biləcək qəza səbəblərinin təbii və ya texnogen mənşəli, eyni zamanda çoxsaylı (çoxfaktorlu) olması onlar arasında qarşılıqlı təsir əlaqələrinin öyrənilməsi zərurətini yaradır ki, bu məqsədlə də riyazi-statistik emal üsullarından istifadə edilir. Təqdim edilən məqalədə məhz bu məsələlərə baxılır.

Oğuz-Qəbələ-Bakı magistral su xəttinin uzunluğu 251 kilometrdir. Borular diametri 2000 mm olan şüşəlifli polietilen borular (Glassfiber Reinforced Plastic Pipes - GRP) və polad materiallardan hazırlanmışdır (şəkil 1). Kəmərdə su təzyiqinin 2,5 MPa-dan aşağı olan hissələrində GRP borular quraşdırılmışdır. Ümumi halda dörd təzyiq sinifində GRP və polad borularından istifadə edilmişdir: PN 10, PN 16, PN 20 və PN 25. Bu boru sinifləri, relyefdən asılı olaraq, hidravlik zərbədən qorunmaq üçün istifadə edilmişdir. Polad borular isə borudakı təzyiqin 2,5 MPa-dan yuxarı olduğu hissələrdə, yəni çay, yol keçidlərində, sürüşmə, zəlzələ zonalalarında, tektonik qırılmalarda, vulkanik sahələrdə, sıldırımlarda, dərələrdə və s. başqa bu kimi keçidlərdə istifadə edilmişdir. Layihə çərçivəsində sistemin hidravlik modeli işlənib hazırlanmışdır. Siyirtmə-idarəetmə kameralarında hər hansı bir hadisə baş verərsə, onun təsiri bütün boru boyunca əhəmiyyətli dərəcədə yayılmaq ehtimalı var. Hidravlik modelin əsas məqsədi idarəetmə kameralarında borunun daxilindəki təzyiqi yoxlamaqdan ibarət olsa da, ondan digər məqsədlər üçün də istifadə oluna bilər.



Şəkil 1. Oğuz-Qəbələ-Bakı magistral su xəttinin rastr təsviri

Oğuz-Qəbələ-Bakı magistral su xətti layihəsinin xüsusi özəlliyi ondan ibarətdir ki, onun idarə edilməsində SCADA (Supervisory Control and Data Acquisition) adlanan sistemdən istifadə olunur. Bu sistem magistral su xətlərinin, su təchizatı və kanalizasiya şəbəkələrinin istismarını vahid mərkəzdən idarə edir, suyun mənbədən istehlakçıyaqədötürülməsini onlayn rejimdə tənzimləyir (şəkil 2). SCADA sistemi su anbarlarında suyun həcmi, idarəetmə kameralarının işçi vəziyyəti, anbar çıxışlarında və su şəbəkəsində mövcud təzyiq, anbarların ehtiyat həcmələri haqqında məlumatları avtomatik qaydada idarəetmə mərkəzinə ötürür. Bundan başqa kommunikasiya xətlərində baş vermiş qəza halları, onların yeri və coğrafi koordinatlarına dair məlumatları qeydiyyatda alır, qəzanın operativ aradan qaldırılması ilə bağlı mərkəzdən gələn tapşırıqların qəza baş vermiş məntəqələrə ötürülməsini təmin edir [3, 4].

Aparılan kompleks araşdırmalardan məlum olmuşdur ki, magistral su xətlərində qəzalar aşağıda göstərilən müxtəlif səbəblərdən baş verə bilər:

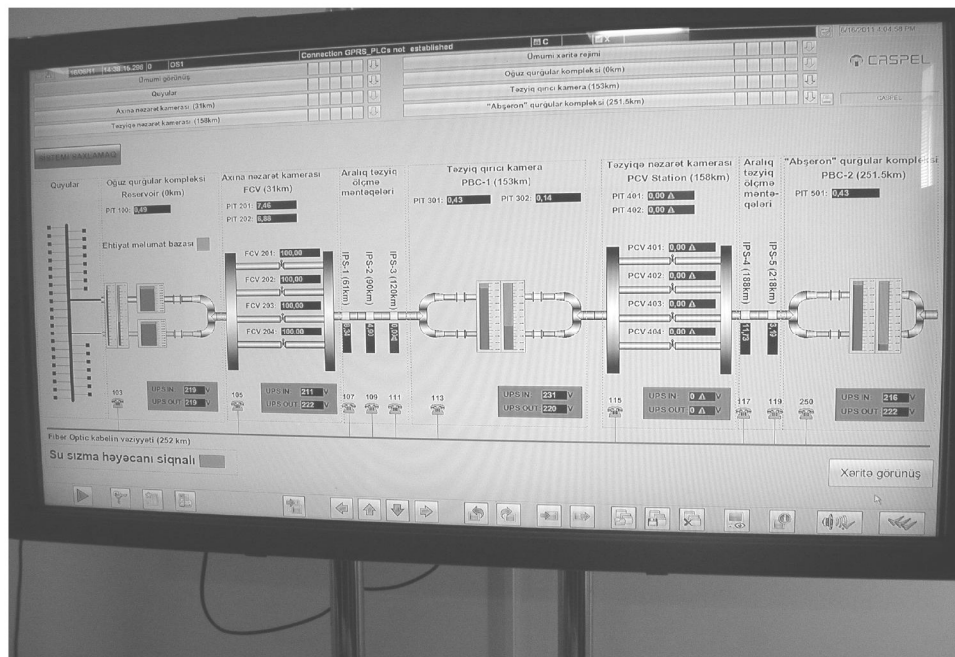
- plastik və polad borularda qəza və su sızmaları;
- borunun çatlaması;
- borunun köhnəlməsi;
- borunun qaynaq yerindən qırılması;
- torpaq laylarının deformasiyası;
- borularda xarici və daxili korroziyaların baş verməsi;
- borularda hidravlik zərbələrin olması və s.

Bunlardan başqa su təchizatı boru kəmərləri texniki sisteminə təbiət faktorlarının təsiri ilə qəzaların baş verməsilə yanaşı, eləcə də əks proses, yəni kəmərlərin təbiət faktorlarına təsiri ola bilər. Belə ki, boru kəmərlərinin keçdiyi fiziki-coğrafi rayonlarda sel, sürüşmə, daşqın, torpaq eroziyası, seysmik-tektonik hərəkətlər və s. təbiət hadisələrinin təsiri nəticəsində boru kəmərlərində çatlar, su sızmaları və s. qəzaların baş verməsi mümkündür. Bu halda, məsələn, su sızmaları da öz növbəsində sel, sürüşmə, torpaq eroziyası kimi təbiət hadisələrini aktivləşdirə bilər.

Borularda ən təhlükəli hal qəzanın ani baş verməsidir. Uzun müddətli istismar olunan su xətlərində sistemə nəzarətin olmaması və təmir-bərpa işlərinin vaxtında aparılmaması qəza vəziyyəti riskini daha da artırır. Məhz bu səbəbdən texniki sistemlərin, xüsusi halda magistral su kəmərlərinin istismarı dövründə onların vəziyyətinin kompleks monitorinqi yerləşdiyi



ərazinin geoloji-geomorfoloji, geodinamiki, seysmoloji-textonik, xüsusilə də məkandakı yerinin geodezik baxımdan monitorinqi- tədqiqi olduqca vacib məsələlərdəndir [4].

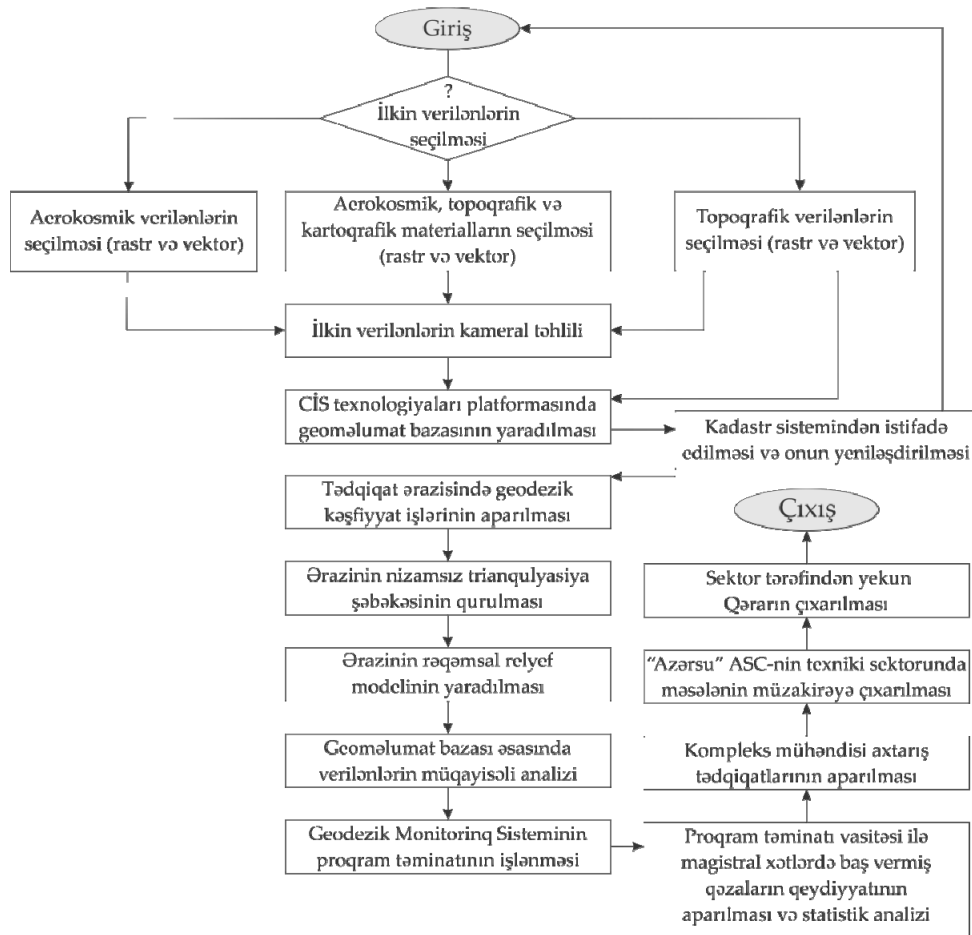


Şəkil 2. Magistral su xətlərinin idarə edilmə sistemi-SCADA

Qeyd edək ki, yuxarıdakı bölmədə şərh edilən SCADA sistemi təcrübi olaraq kəmərlərdə artıq baş vermiş qəzalar haqqında məlumatların toplanması və təhlilini həyata keçirir. Lakin kommunikasiya xətlərinin hər hansı bir komponent üzrə vəziyyətinin tədqiq və proqnozunu həyata keçirmir, qəzalara qarşı tədbirlər planı təklif etmir. Belə məsələlərin həlli yalnız müvafiq monitorinq üsulları ilə mümkündür.

Geodezik monitorinq sisteminin təşkil edilməsi üçün kompleks mühəndisi tədqiqatların aparılması, o cümlədən magistral su kəmərlərinin tektonik çatların yerləşdiyi ərazilərdən keçən hissələrində geodeziya ölçmə müşahidələrinin təşkili olduqca vacibdir.

Geodezik monitorinq sisteminin yaradılmasında əsas məqsəd ərazidə baş verən təbiət və texnogen mənşəli prosesləri aşkara çıxarmaq, müəyyən zaman intervalında onların inkişaf dinamikasını öyrənmək və təsərrüfat obyektlərinə, bizim halda isə magistral su xətlərinə təsiri haqqında məlumatları əldə etmək və qəzaları qabaqlayıcı tədbirlər planı təklif etməkdən ibarətdir. Şəkil 3-də bizim tərəfdən təklif olunan, xüsusi halda magistral su xətlərinin istismarında tətbiq tapa biləcək, geodezik monitorinq sisteminin blok-sxemi verilmişdir. Bu sistemin "Azərsu" ASC-nin obyektlərində tətbiqi və əldə edilmiş nəticələr haqqında gələcək çap işlərimizdə məlumat veriləcəkdir. Burada yalnız onu qeyd edək ki, təbii-texniki sistemin istənilən növ monitorinqi zamanı bütövlükdə sistemi (ərazini) qəzanın baş vermə dərəcəsinə (potensialına) görə hissələrə (zonalara) ayırırlar: qeyri-aktiv zona; az dərəcədə aktiv zona; orta aktiv zona; aktiv zona, çox aktiv zona. Sonra isə hər bir zona üçün müvafiq monitorinq müşahidə üsulu seçilir. Zonaləşdirmə üçün fiziki-coğrafi rayonların geoloji-geomorfoloji, seysmoloji-tektonik və s. şəraiti əsas götürülsə də, həmin ərazilərdə əvvəlki dövrlərdə müşahidə olunmuş, qeydiyyatı alınmış qəzalarla bağlı məlumat-statistik verilənlər də nəzərə alınır. Digər tərəfdən rayonlaşma nəticəsində ərazi tədqiqat sahələrinə ayrılarsa da, hər sahədə qəzalara çoxsaylı faktorlar təsir edir və onların hamısını tədqiq etmək təcrübi olaraq qeyri-mümkündür. Ona görə də adətən bu faktorlardan əsasları müəyyənləşdirilməli və onlar üzrə müşahidələr aparılmalıdır. Digər tərəfdən məlumdur ki, təsir faktorlarından əsaslarının müəyyənləşdirilməsi məqsədi ilə riyazi-statistik üsullara, o cümlədən korrelyasiya və reqressiya analizi metodlarına müraciət olunur.



Şəkil 3. Geodezik monitoring sisteminin blok-sxemi

Magistral su təchizatı sistemi və ətraf mühitin elementləri arasında əlaqələrin müəyyənəşdirilməsi baş verə biləcək mümkün qəzaların təbiət və ya texnogen mənşəli olmasından asılı olmayaraq riyazi-statistik üsullarla həyata keçirilir. Kəmiyyətlərin paylanma qanunları və ədədi parametrləri əvvəlcə sınaq və eksperimentlər yolu ilə tədqiq edilir və sonra nəzəri cəhətdən analitik şəkildə ifadə olunur [1].

Tədqiqatlar göstərir ki, magistrallarda su xətlərində baş verə biləcək mümkün qəzaları formalaşdırıcı elementlər arasında çoxsaylı birbaşa və əks əlaqələr mövcuddur. Bu əlaqələr özlərini əsasən funksional və korrelyasiya asılılıqlar şəklində göstərir.

Funksional asılılıq dedikdə, hər bir müşahidə nəticəsinə təsiredici faktorun (argumentin) yalnız bir qiymətinin uyğun gəlməsi başa düşülür. Korrelyasiya asılılığı zamanı hər bir müşahidə nəticəsinə təsiredici faktorun statistik sıra qiymətləri uyğun gəlir və kütləvi müşahidələr zamanı formalaşan asılılıqlar başa düşülür [5].

Magistral su xətlərində baş verə biləcək qəza faktorlarının təhlili zamanı qarşıya çıxan əsas çətinliklərdən biri təhlilə hansı göstəricilərin cəlb edilməsinə aydınlıq gətirməkdən ibarətdir. Ona görə də hər bir göstərici nəzəri cəhətdən tam əsaslandırılmalı və müşahidə sıralarına yalnız o göstəricilər daxil edilməlidir ki, onların magistrallarda su xətlərində baş verən qəzalarda xüsusi rolu olsun. Təcrübə göstərir ki, magistrallarda su təchizatı sistemi və ətraf mühitin elementləri arasında funksional deyil, korrelyasiya asılılıqlar mövcuddur. Ona görə də diqqəti bu asılılığa yönəldək.

Ən sadə korrelyasiya təhlili iki dəyişən arasında korrelyasiya asılılığının öyrənilməsidir. Bu dəyişənlərdən birini sərbəst faktor göstəricisi qəbul edib  $x$  ilə, ikinci göstəricini isə nəticə göstəricisi olaraq  $y$  ilə işarə edək. Onda onlar arasında korrelyasiya asılılığı ümumi şəkildə

$y=f(x)$  tənliyi ilə ifadə edilir. Bu tənliyi konkret şəkllə salmaq üçün korrelyasiya asılılığının növü müəyyən edilməlidir. Başqa sözlə desək, riyazi tənliyin ifadə etdiyi asılılıq həmin parametrlər arasında baş verən qarşılıqlı təsirləri, onların xarakterini düzgün və kifayət dərəcədə dəqiq əks etdirsin. Qəza faktorlarının  $y$  və  $x$  göstəriciləri arasındakı korrelyasiya asılılığının ən sadə forması aşağıdakı xətti tənlik şəklində yazılır:

$$Y = a_0 + a_1 X, \quad (1)$$

burada:  $Y$  - asılı dəyişən;  $X$  - sərbəst dəyişən;  $a_1$  - əlaqə tənliyinin əmsallı,  $a_0$ -sərbəst hədd adlanır.

Məlumdur ki, korrelyasiya asılılığı kütləvi müşahidələrdən daha etibarlı təyin edilir. Korrelyasiya əmsalının qiyməti  $-1 \leq r \leq 1$  aralığında dəyişir və  $y$  və  $x$  göstəriciləri arasında əlaqənin sıxlığını ifadə edir. Korrelyasiya əmsalının cəbri işarəsi (1) tənliyində  $a_1$  əmsalının işarəsi ilə üst-üstə düşür:  $a_1$  əmsalının işarəsi müsbət olduqda, korrelyasiya əmsalı müsbət, mənfi işarəli olduqda isə mənfi işarəli qəbul edilir. Əgər  $r \geq 0,5$  –dirsə, onda hesab edilir ki, göstəricilər arasında kifayət dərəcədə sıx korrelyasiya asılılığı mövcuddur,  $r < 0,5$  halında isə bu əlaqə zəif hesab edilir. Əgər korrelyasiya əmsalının qiyməti vahidə yaxındırsa, onda göstəricilər arasındakı korrelyasiya asılılığı funksional asılılığa çevrilir. Korrelyasiya əmsalının qiymətinin sıfıra yaxın qiymətlərində isə qəbul edilir ki, göstəricilər arasında ümumiyyətlə heç bir əlaqə mövcud deyildir.

İki müşahidə sırası  $(x,y)$  arasında korrelyasiya əmsalının qiyməti isə aşağıdakı ifadədən tapılır[1,2]:

$$r(x,y) = \frac{(n \sum (i=1)^n xy - \sum (i=1)^n x \sum (i=1)^n y)) / \sqrt{((n \sum (i=1)^n x^2 - (\sum (i=1)^n x)^2) (\sum (i=1)^n y^2 - (\sum (i=1)^n y)^2))}} \quad (2)$$

Tutaq ki, GMS ilə aparılan bir illik müşahidələr əsasında təbiət-texniki kompleks sisteminin  $n$  göstəricisindən ikisi: plastik boruların partlaması və layların deformasiyası arasında korrelyasiya əlaqəsini təyin etmək tələb olunur. Belə olan halda, plastik boruların partlaması hadisəsini  $X$ , layların deformasiyasını isə  $Y$  ilə işarə etsək və sırada müşahidələr sayını  $n=12$  (monitorinqin müddəti) qəbul etsək, onda GMS müşahidə sıralarının qiymətləri arasındakı korrelyasiya əlaqəsi üçün yaza bilərik:

$$r(x,y) = \frac{12(\{x_1 y_1\} + \dots + \{x_{12} y_{12}\}) - (\{x_1\} + \dots + \{x_{12}\})(\{y_1\} + \dots + \{y_{12}\})}{\sqrt{[12(\{x_1\}^2 + \dots + \{x_{12}\}^2) - (\{x_1\} + \dots + \{x_{12}\})^2] (\{y_1\}^2 + \dots + \{y_{12}\}^2) - (\{y_1\} + \dots + \{y_{12}\})^2}} \quad (3)$$

Qeyd edək ki,  $y$  və  $x$  göstəriciləri arasında qarşılıqlı asılılıq xətti xarakterli, yəni xətti tənliklə (məsələn, (1) düsturu), eləcə də daha mürəkkəb şəkildə - parabolik tənliklərlə ifadə oluna bilər, məsələn:

ikinci tərtib parabola tənliyi

$$y = a_0 + a_1 x + a_2 x^2; \quad (4)$$

üçüncü tərtib parabola tənliyi

$$y = a_0 + a_1 x + a_2 x^2 + a_3 x^3; \quad (5)$$

və ya ümumi halda,  $n$  tərtibli parabola tənliyi şəklində

$$y = a_0 + a_1 x + a_2 x^2 + \dots + a_n x^n. \quad (6)$$

(4) – (6) qeyri-xətti modellərində  $a_0, a_1, a_2, \dots, a_n$  əmsalları ən kiçik kvadratlar metodu ilə təyin edilir.

Əgər  $Y$  dəyişənin qiyməti bir deyil, bir neçə dəyişənin:  $x_1, x_2, \dots, x_n$  - nin birgə təsiri ilə formalaşırsa, onda bu halda kəmiyyətlər arasında asılılıq çox korrelyasiyalı asılılıq adlanır və

$$y = f(x_1, x_2, \dots, x_n) \quad (7)$$

şəklində ifadə olunur. Bu o deməkdir ki, məsələn, magistral su xətlərində baş verə biləcək qəza hadisəsini proqnoz etmək üçün onun  $n$  sayda faktordan asılılığı yoxlanılmalıdır.

$y$  və  $x_1, x_2, \dots, x_n$  göstəriciləri arasında asılılığın xətti xarakter daşdığı halda çox korrelyasiyalı əlaqə tənliyi

$$y = a_0 + a_1x_1 + a_2x_2 + \dots + a_nx_n \quad ; \quad (8)$$

qeyri-xətti olduqda isə

$$y = a_0 + a_1x_1 + a_2x_2^2 + \dots + a_nx_n \quad (9)$$

şəklində yazılır.

Həm xətti, həm də qeyri-xətti çox korrelyasiyalı modellərin  $a_0, a_1, a_2, \dots, a_n$  əmsallarının qiymətləri iki korrelyasiyalı əlaqə modellərində olduğu kimi ən kiçik kvadratlar metodu ilə təyin edilir.

Çox korrelyasiyalı modellərdə əlaqənin sıxlığını qiymətləndirmək üçün  $R_{yx_1x_2\dots x_n}$  çox korrelyasiya əmsalından istifadə edilir:

$$R_{yx_1x_2\dots x_n} = \sqrt{\frac{S_y^2 - S_{yx_1x_2\dots x_n}^2}{S_y^2}} \quad (10)$$

Burada,  $S_{yx_1x_2\dots x_n}^2$  qiyməti  $y$  asılı dəyişənin bütün amilləri nəzərə alınmaqla regressiya tənliyindən tapılmış dispersiyasıdır.

Onu da qeyd edək ki, çox korrelyasiyalı model məlumdursa və əlaqənin sıxlığını qiymətləndirmək tələb olunursa, onda əvvəlcə  $r_{yx_1}, r_{yx_2}, r_{x_1x_2}$  cüt korrelyasiya əmsalları hesablanır, sonra isə bu əmsalların qiymətləri əsasında

$$R_{yx_1x_2} = \sqrt{\frac{r_{yx_1}^2 - r_{yx_2}^2 - 2r_{yx_1}r_{yx_2}r_{x_1x_2}}{S_y^2}} \quad (11)$$

çox korrelyasiya əmsalı tapılır. (11) ifadəsində fərdi korrelyasiya əmsallarını müxtəlif yanaşmalar əsasında hesablamaq olar. Bu yanaşmalardan birinə görə həmin əmsallar aşağıdakı kimi təyin edilə bilər:

$$r_{yx_1} = \frac{y\bar{x}_1 - \bar{y}\bar{x}_1}{S_y S_{x_1}} \quad (12)$$

Burada:  $S_y$  -  $y$  asılı dəyişənin qiymətləri cəminin orta kvadratik səhvidir:

$$S_y = \sqrt{\frac{\sum(y - \bar{y})^2}{n}} \quad ; \quad (13)$$

$S_{x_1}$  - isə  $x_1$  sərbəst dəyişənin qiymətləri cəminin orta kvadratik səhvidir:

$$S_{x_1} = \sqrt{\frac{\sum(x_1 - \bar{x}_1)^2}{n}} \quad (14)$$

$r_{yx_2}, r_{x_1x_2}$  əmsallarının qiymətləri də analogi qaydada hesablanır.

Burada qeyd edək ki, dəyişən kəmiyyətlər arasında korrelyasiya əlaqələri araşdırıldıqdan və müvafiq korrelyasiya əmsallarının qiymətləri təyin edildikdən sonra dəyişən kəmiyyətlərin bir-birindən asılılığı regressiya tənlikləri şəklində ifadə olunur.

Təqdim edilən məqalədə yerinə yetirilmiş araşdırmalar əsasında aşağıdakı nəticə və təklifləri vermək olar.

1. Texniki sistemlərin, xüsusi halda magistral su xətlərinin istismarı dövründə mütləq onların vəziyyətinin kompleks monitorinqi-yerləşdiyi ərazinin geoloji-geomorfoloji, geodinamiki, seysmoloji-textonik, xüsusilə də məkanda plan-yüksəklik yerinin geodezik monitorinqi aparılmalıdır.

2. Magistral su xətlərinin keçdiyi istiqamətlərdə geodinamik təsirlərin öyrənilməsində və qiymətləndirilməsində daha dəqiq təhlil edilməsi çox vacib sayılmalıdır. Mümkün təbiət hadisələrinin təsiri ilə kəmərlərdə baş verən qəzalar öz növbəsində həmin ərazilərdə subasma, sürüşmə, torpaq eroziyası və s. kimi hallara gətirib çıxara bilər. Bu kimi qəzaların vaxtında müəyyən etmək və onların qarşısını almaq üçün GMS-in yaradılması çox vacibdir.

3. Magistral su xətlərində baş verən qəzalara çoxsaylı faktorlar səbəb olduğundan, qəzalar zonalaşdırılacaq ərazilərdə eyni intensivlikdə baş vermir. Digər tərəfdən onların hamısını təcrübi olaraq tədqiq etmək qeyri-mümkündür. Ona görə də, magistral su xətti boyunca bu günə qədər baş vermiş hadisələrin statistikasına əsasən tədqiqat sahələri ayrılmalı və qəzalara təsir edən əsas faktorlar müəyyənəndirilməlidir. Magistral su təchizatı sistemi ilə ətraf mühitin elementləri arasında qarşılıqlı təsir əlaqələrinin təyini isə riyazi-statistik üsullarla, o cümlədən korrelyasiya və reqressiya analiz metodları ilə həyata keçirilməlidir.

### **Ədəbiyyat siyahısı**

1. Qocamanov M.H. Geodeziya ölçmələrinin hesablanması və tarazlaşdırılması. Bakı 2014, 279.
2. Aliyev E.M. The issues of research of real estate dynamics using remote sensing data and geographic information systems// "Problems of Information Technology", 2012, №1, p. 61-69.
3. Gojamanov M.H., Qurbanov Ch.Z. The features of the use of GIS technologies for monitoring of the situation of main water lines in Azerbaijan // The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences, Volume XL-2, 2014 ISPRS Technical Commission II Symposium, 6-8 October 2014, Toronto, Canada, pages 235-241.
4. Gurbanov Ch.Z. The creation of geodetic monitoring system in order to exploit water transmission lines // Journal of Qafqaz University (Mechanical and Industrial Engineering), 2014. volume 2, number 2, pages 142-148.
5. <http://library.aseu.edu.az/images/elektronkitablar//44.pdf>

### **ВЫЯВЛЕНИЕ И АНАЛИЗ ВОЗМОЖНЫХ АВАРИЙ ВОДНЫХ МАГИСТРАЛЬНЫХ ЛИНИЙ НА ОСНОВЕ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ**

**Годжаманов М.Г., Гурбанов Ч.З.**

*Бакинский Государственный Университет, ул. З.Халилова, 23, Баку, Азербайджан*

*<sup>1</sup>mgodja@yandex.ru, <sup>2</sup>chgurbanov@mail.ru*

### **РЕЗЮМЕ**

Выявление возможных аварий водных магистральных линий с применением систем геодезического мониторинга и математико-статистический анализ аварийных факторов является основным и актуальным вопросом при выполнении инфраструктурных проектов. В представленной статье комплексно изложены построение математических моделей с целью изучения взаимоотношения между факторами аварии в независимости от причин возникновения аварий и методы проведения математико-статистического анализа. Выявленные аварии, обладая многофакторным воздействием, делают необходимым использование многопеременных методов анализа в решении проблем. В статье также особое место отводится корреляционному анализу аварийных случаев.

### **FINDING AND ANALYSIS OF POSSIBLE ACCIDENTS IN THE MAIN WATERLINES ON THE BASIS OF THE MATHEMATICAL MODEL**

**Gojamanov M.H., Gurbanov Ch.Z.**

*Baku State University, 23 Z.Khalilov Str., Baku, Azerbaijan*

*<sup>1</sup>mgodja@yandex.ru, <sup>2</sup>chgurbanov@mail.ru*

### **SUMMARY**

Finding of possible accidents that may occur in main water lines through application of the geodetic monitoring system and mathematical-statistical analysis of accident factors are important and up-to-date subjects in the implementation of infrastructure projects. In this report, establishing

mathematical models and methods of performing mathematical-statistical analyzes on them are interpreted in a complex way in order to learn interaction relations among accident factors whatever the cause of the accident. The fact that the accidents are multi-factoral causes the necessity of using the multivariate analysis methods to solve the problem. The article also includes a correlation analysis of the accident events.

# CARBON MATERIALS AS ADSORBENTS FOR REMOVAL OF CRYSTAL VIOLET DYE FROM AQUEOUS SOLUTIONS

Aliyeva S.B., Maharramov A.M., Azizov A.A., Alosmanov R.M., Buniyatzadeh I.A.

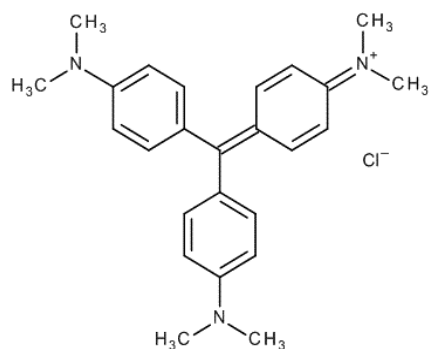
*Baku State University, Baku, solmaz.aliyeva@yahoo.com*

Environmental pollution is one of the important and most pressing problems of the modern world. Industries such as textile, leather, paper, food, paint, petroleum, rubber, plastic, etc. are the greatest polluters [9]. These industries consume large quantities of water used in the product processing and discharge large amounts wastewater to the water bodies. [10]. Major pollutants of above-mentioned industries are water-soluble synthetic organic dyes. Some of the synthetic organic dyes produced worldwide are toxic, and have carcinogenic and mutagenic effects [3]. The cationic dyes (e.g. Malachite Green, Crystal Violet, Methylene Blue, Rhodamine 6G, etc.) are more toxic than the anionic dyes [4]. Because of the cationic dyes can easily interact with negatively charged cell membrane surfaces. As a result dye molecules enter into cells, and become concentrated in the cytoplasm [5, 13]. Therefore, the treatment of wastewater from organic synthetic dyes is very important. Adsorption method is the most effective method of removing dyes and other organic compounds from wastewaters.

The main objective of this study was to define the best adsorbent for Crystal Violet (CV) among the raw graphite, modified graphite and thermally expanded graphite. The modified graphite used in this study was synthesized via oxidative chlorophosphorylation reaction of graphite and its subsequent hydrolysis [1]. Thermally expanded graphite was prepared by the thermal treatment (in 350°C temperature) of the commercial thermally expandable graphite.

Crystal violet (CV), also called Basic Violet 3, is a synthetic cationic dye belonging to the triphenylmethane class. CV is used in textile and paper industry as a dye. It is also used as a biological stain, a dermatological agent, a veterinary medicine, a microorganism detecting agent, an antimicrobial agent, an antifungal agent, etc. [11]. It should be noted that the CV can cause skin irritation and digestive tract irritation. Aside from that, this dye has mutagenic and carcinogenic effects, and can cause DNA damage [7, 8]. Properties of CV are listed in Table 1.

Table 1. Selected properties of Crystal Violet dye

Chemical formula of CV dye	C <sub>25</sub> H <sub>30</sub> ClN <sub>3</sub>	<div>Chemical structure of CV dye</div> 
Molecular weight of CV dye	407.98 g mol <sup>-1</sup>	
Absorption	$\lambda_{\text{max}}$ 590 nm	
Melting point	205-215°C	
Solubility	Soluble in water (16 g L <sup>-1</sup> , 25°C), acetone, chloroform, ethanol and insoluble in xylene	
Stability	Stable. Incompatible with strong oxidizing agents and strong acids. Light-sensitive. Combustible.	

Before determination adsorption properties of carbon materials (i.e. graphite, modified graphite and thermally expanded graphite), their bulk density ( $d_B$ ) and static exchange capacity (SEC) were determined. For determination of bulk density of the carbon materials, samples were weighted and then were placed in an empty measuring cylinder. Then the volume of the samples was recorded. The bulk density of carbon materials was calculated using the following equation [2]:

$$d_B = \frac{w_s}{V_s} \quad (1)$$

where  $w_s$  is the weight (g) and  $V_s$  is the volume (mL) of the samples.

To determine the static exchange capacity (SEC, mg-equiv  $g^{-1}$ ) of carbon materials, dried samples were weighted and treated with 0.1 N NaOH. After 24 h, samples were filtered and the resulting solutions were treated with phenolphthalein indicator. Then these solutions were titrated with 0.1 N HCl. The SEC was determined based on the volume of HCl used for titration according to the following equation [12]:

$$SEC = \frac{(V_i F - \frac{V_i}{V_f} V F_1) \cdot 0,004 \cdot 1000}{40 g} \quad (2)$$

where  $V_i$  the initial volume of the NaOH solution used for treating of carbon materials,  $V_f$  is the volume of the filtrate used in the titration,  $F$  is the correction coefficient of 0.1 N NaOH solution,  $V$  is the volume of 0.1 N HCl solution which was spent on titration (mL),  $F_1$  is the correction coefficient of 0.1 N HCl solution, 0.004 is the titer of 0.1 N NaOH solution, 40 is the molecular weight of NaOH ( $g \text{ mol}^{-1}$ ),  $g$  is the weight of sample (g).

Bulk density and static exchange capacities of carbon materials were shown in Table 2.

Table 2. Bulk density and SEC of raw graphite, modified graphite and thermally expanded graphite

Property	Raw graphite	Modified graphite	Expanded graphite
Bulk density ( $g \text{ mL}^{-1}$ )	0.204	0.219	0.035
SEC (mg-equiv $g^{-1}$ )	0.390	8.022	1.106

To define the best adsorbent for CV dye among the raw graphite, modified graphite and thermally expanded graphite, were prepared CV dye solution with an initial concentration of  $34.5 \text{ mg L}^{-1}$ . To compare adsorption properties of carbon materials, i.e. raw graphite, modified graphite and thermally expanded graphite separately added to the weighing bottle. Then CV dye solution was added to the each sample. The adsorbent/adsorbate mixture was kept for 24 hours in a static condition. After the 24 hours in a static condition, the solid and liquid phases were separated from each other, and the dye concentration in the filtrate was analyzed using ultraviolet-visible spectrometer at a wavelength of 590 nm. The amount of CV dye, adsorbed onto per gram of carbon materials (1), and the removal percentage of CV dye (2) was calculated using the following equations:

$$q_e = \frac{(C_0 - C_e) \times V}{m} \quad (4)$$

$$R (\%) = \frac{C_0 - C_e}{C_0} \cdot 100\% \quad (5)$$

where  $q_e$  is the amount of dye adsorbed per gram of adsorbent at equilibrium ( $\text{mg g}^{-1}$ ),  $C_0$  is the initial concentration of the CV dye solution ( $\text{mg L}^{-1}$ ),  $C_e$  is the equilibrium concentration of the CV dye solution ( $\text{mg L}^{-1}$ ),  $m$  is the mass of carbon materials (g),  $V$  is the volume of CV dye solution (L),  $R$  is the removal percentage of CV dye.



Table 3 shows the comparison adsorption properties of different carbon materials.

Table 3. Comparison of the adsorption properties of raw graphite, modified graphite and thermally expanded graphite

Value	Raw graphite	Modified graphite	Expanded graphite
$C_e$ , mg L <sup>-1</sup>	22.6	22.1	26.5
$R$ , %	34.6	35.9	23.1
$q_e$ , mg g <sup>-1</sup>	11.9	12.4	8.0

As it can be seen from Table 3 modified graphite the best adsorbent for CV dye. Because of adsorption capacity, i.e. the amount of dye adsorbed per gram of adsorbent at equilibrium is high in modified graphite and removal percentage is 35.9 %. This phenomenon can be explained by the fact in the adsorption process of CV by the raw graphite and thermally expanded graphite takes part pores of the adsorbent. However, modified graphite has pores, as well as the active functional groups, which are formed by oxidative chlorophosphorylation reaction. This functional groups act as adsorption sites and increases the electrostatic interaction between adsorbents and adsorbates [6].

### List of literature

1. Akhmedov V.M., Alfadul S., Maharramov A.M., Azizov A.A., Alosmanov R.M., Buniyad-Zadeh I.A. Modification of industrial divinyl rubber by oxidative chlorophosphorylation and assessment of metal ion removal efficiency of obtained polymer sorbent. *Pol. J. Chem. Tech.* 17, 2015, p. 112-118.
2. GLOBE. Soil particle density protocol. In: GLOBE Program, Soil investigation. USA: Boulder, 2005, p. 1-10.
3. Gottlieb A., Shaw C., Smith A., Wheatley A., Forsythe S. The toxicity of textile reactive azo dyes after hydrolysis and decolourisation. *J. Biotechnol.* 101, 2003, p. 49-56.
4. Hao O.J., Kim H., Chiang P.-C. Decolorization of wastewater. *Crit. Rev. Env. Sci. Technol.* 30, 2000, p. 449-505.
5. Li Q., Yue Q., Su Y., Gao B., Sun H. Equilibrium, thermodynamics and process design to minimize adsorbent amount for the adsorption of acid dyes onto cationic polymer-loaded bentonite. *Chem. Eng. J.* 158, 2010, p. 489-497.
6. Li Z., Ren S. Preparation of nitrogen-functionalized mesoporous carbon and its application for removal of copper ions. *J. Mater. Sci.* 50, 2015, p. 4600-4609.
7. Littlefield N.A., Blackwell B.N., Hewitt C., Gaylor D.W. Chronic toxicity and carcinogenicity studies of gentian violet in mice. *Fundam. Appl. Toxicol.* 5, 1985, p. 902-912.
8. McCarroll N.E., Piper C.E., Keech B.H. An *E coli* micro-suspension assay for the detection of DNA damage induced by direct-acting agents and promutagens. *Environ. Mutagen.* 3, 1981, p. 429-444.
9. Mittal A., Mittal J., Malviya A., Kaur D., Gupta V.K. Adsorption of hazardous dye crystal violet from wastewater by waste materials. *J. Colloid Interface Sci.* 343, 2010, p. 463-473.
10. Pereira L., Alves M. Dyes-Environmental Impact and Remediation. In *Environmental Protection Strategies for Sustainable Development*, edited by A. Malik, and E. Grohmann. Dordrecht, Netherlands: Springer, 2012, 605 p.
11. Sabnis R.W. *Handbook of Biological Dyes and Stains: Synthesis and Industrial Applications*. Hoboken: John Wiley & Sons, 2010, 544 p.
12. Selemenov, V.F., G.V. Slavinskaya, V.Yu. Khokhlov, V.A. Ivanov, V.I. Gorshkov, and V.D. Timofeyevskaya. *Praktikum po ionnomu obmenu (Manual on Ion Exchange)*. Voronezh, Russia: Publishing House of the Voronezh State University, 2004, 160 p.
13. Yakout S.M., Ali M.S. Removal of the Hazardous Crystal Violet Dye by Adsorption on Corn-cob-Based and Phosphoric Acid-Activated Carbon. *Particul. Sci. Technol.* 33, 2015, p. 621-625.

## **KARBON MATERIALLAR KRİSTAL BƏNÖVŞƏYİ BOYAQ MADDƏSİNİN SULU MƏHLULLARDAN TƏMİZLƏNMƏSİ ÜÇÜN ADSORBENT KİMİ**

**Əliyeva S.B., Məhərrəmov A.M., Əzizov A.Ə., Alosmanov R.M., Bünyadzadə İ.A.**  
*Bakı Dövlət Universiteti, Bakı, solmaz.aliyeva@yahoo.com*

### **XÜLASƏ**

Təqdim olunmuş tədqiqat işi müxtəlif karbon materialları, yəni qrafit, modifikasiya edilmiş qrafit və termiki genişlənmiş qrafit ilə Kristal Bənövşəyi boyaq maddəsinin sulu məhlullardan sorbsiyasına həsr olunmuşdur. Modifikasiya edilmiş qrafit oksidləşmə xlorfosforlaşma reaksiyası ilə sintez edilmiş, genişlənmiş qrafit isə ticari interkalyasiya edilmiş qrafitin qızdırılması yolu ilə alınmışdır (350°C). Müxtəlif karbon materialları ilə sorbsiya tədqiqatlarının nəticələrinə əsasən müəyyən olunmuşdur ki, modifikasiya edilmiş qrafit Kristal Bənövşəyi boyaq maddəsi üçün effektiv sorbentdir.

## **УГЛЕРОДНЫЕ МАТЕРИАЛЫ В КАЧЕСТВЕ АДСОРБЕНТОВ ДЛЯ УДАЛЕНИЯ КРАСИТЕЛЯ КРИСТАЛЛИЧЕСКОГО ФИОЛЕТОВОГО ИЗ ВОДНЫХ РАСТВОРОВ**

**Алиева С.Б., Магеррамов А.М., Азизов А.А., Алоسمанов Р.М., Бунятзаде И.А.**  
*Бакинский Государственный Университет, Баку, solmaz.aliyeva@yahoo.com*

### **РЕЗЮМЕ**

Исследование посвящено сорбции красителя Кристаллического Фиолетового из водных растворов различными углеродными материалами в том числе: графит, модифицированный графит и термически расширенный графит. Модифицированный графит был синтезирован реакцией окислительного хлорфосфорирования, а термически расширенный графит был получен при нагревании коммерческого интеркалированного графита (350°C). Результаты сорбционных исследований позволяет сделать вывод, что по сравнению с выбранными углеродными материалами модифицированный графит является эффективным сорбентом по отношению красителю Кристаллическому Фиолетовому.

## ЭКСТРАКЦИОННО-ФОТОМЕТРИЧЕСКОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ Cu(II), Ni(II) и Co(II) В ШОЛЛАРСКОЙ ВОДЕ

Гаджиева С.Р.<sup>1</sup>, Рустамов Н.Х.<sup>2</sup>, Рустамова У.Н.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Бакинский Государственный Университет, Баку, [ulviya\\_rn@rambler.ru](mailto:ulviya_rn@rambler.ru)

<sup>2</sup>НАНА, Институт неорганической химии и катализа, Баку

Важнейшим показателем качества среды обитания является степень чистоты поверхностных вод. В настоящее время природные воды подвергаются сильному загрязнению как антропогенными, так и природными источниками.

В водоёмы тяжелые металлы поступают обычно со стоками горнодобывающих и металлургических предприятий, а также предприятий химической и легкой промышленности, где их соединения используют в различных технологических процессах. Соединения некоторых тяжелых металлов, в частности меди, цинка, кобальта, титана используются в качестве красителей и т.д. К возможным источникам загрязнения биосферы тяжелыми металлами относят предприятия черной и цветной металлургии (аэрозольные выбросы, загрязняющие атмосферу, промышленные стоки, загрязняющие поверхностные воды), машиностроения (гальванические ванны омеднения, никелирования, хромирования, кадмирования), заводы по переработке аккумуляторных батарей, автомобильный транспорт. Увеличение концентрации металлов-токсикантов в поверхностных водах может происходить в результате кислотных дождей, приводящих к растворению минералов и пород, омываемых этими озерами. Все эти источники загрязнения вызывают в биосфере или ее составляющих (воздухе, воде, почвах, живых организмах) увеличение содержания металлов-загрязнителей по сравнению с естественным, так называемым фоновым уровнем [1].

Токсическое действие тяжёлых металлов на организм усиливается тем, что многие тяжелые металлы проявляют выраженные комплексообразующие свойства. Так, в водных средах ионы этих металлов гидратированы и способны образовывать различные гидроксокомплексы, состав которых зависит от кислотности раствора. Если в растворе присутствуют какие-либо анионы или молекулы органических соединений, то ионы тяжёлых металлов образуют разнообразные комплексы различного строения и устойчивости [2].

Как показывают исследования, наибольшей токсичностью обладают гидратированные ионы металлов, а связанные в комплексы опасны в меньшей мере либо даже почти безвредны [3].

Тяжёлые металлы проникают в живой организм, в основном, через воду (исключением является ртуть, пары которой очень опасны). Попадая в организм, тяжёлые металлы чаще всего не подвергаются каким-либо существенным превращениям, как это происходит с органическими токсикантами, и, включившись в биохимический цикл, они крайне медленно покидают его [4].

Медь - один из самых востребованных микроэлементов. Она входит в состав многих ферментов. Однако избыточное количество меди вызывает большие интоксикации во всех типов живых организмов. Содержание меди в реках, как правило, 2 - 30 мкг/л, в морях - 0,5 - 3,5 мкг/л. Высокий уровень меди в реках и озерах говорит о загрязнении [8].

Источниками попадания меди в окружающую среду могут быть сельское хозяйство, химические, металлургические заводы, шахты могут быть источниками сточных вод с большим содержанием меди. Процессы эрозии трубопроводов тоже имеют свой вклад в загрязнении медью. Чаще всего в растворе встречается Cu(II) [10].

Никель в низких дозах имеет положительный эффект на кроветворные процессы. Большие дозы всё-таки очень опасны для здоровья, ведь никель - канцерогенный химический элемент и может спровоцировать разные заболевания дыхательной системы. Свободный  $\text{Ni}^{2+}$  более токсичный, чем в форме комплексов (примерно в 2 раза) [8].

Никель поступает в окружающую среду со сточными водами производства синтетического каучука, процессов никелирования. Также никель в больших количествах освобождается во время сжигания угля, нефти [10].

Вода может содержать никель в растворённой, коллоидальной и взвешенной формах (баланс между этими состояниями зависит от pH среды, температуры и состава воды). В реках, содержание никеля - 0,8 - 10 мкг/л, а при загрязнении даже несколько десятков микрограммов на литр [9].

Кобальт входит в число основных микроэлементов. Он входит в состав витамина  $\text{B}_{12}$ , регулирует усвоение азотистых веществ, повышает уровень хлорофилла и аскорбиновой кислоты. Без него растения не могут наращивать необходимое количество белка. Как и все тяжелые металлы, он может быть токсичным в больших количествах [8].

Природные воды могут загрязняться кобальтом как следствие выщелачивания медных и других руд, из почв во время разложения вымерших организмов (животные и растения), ну и конечно же в результате активности химических, металлургических и металлообрабатывающих предприятий. Реки и озера могут загрязниться кобальтом как следствие выщелачивания медных и других руд, из почв во время разложения вымерших организмов (животные и растения), ну и конечно же в результате активности химических, металлургических и металлообрабатывающих предприятий. Уровень кобальта в природных водах варьирует от нескольких микрограммов до миллиграммов на литр [9,10].

ПДК всех трех металлов для водной среды составляет менее 1 мг/л, а в рыбохозяйственных прудах ПДК<sub>рыбхоз</sub> - 0,1 мг/л [10].

Шолларский водопровод был построен 100 лет назад. Вода в нем самотеком течет от селения Шоллар до поселка Насосный. Шолларская вода чиста настолько, что ее не подвергают дополнительной очистке, а только лишь хлорируют.

С целью выяснения соответствия содержания некоторых тяжелых металлов в шолларской воде нормам ПДК было проведено экстракционно-фотометрическое определение  $\text{Cu(II)}$ ,  $\text{Ni(II)}$ ,  $\text{Co(II)}$  в составе разнолигандных комплексов (РЛК) с 2,4-динитрофениленазосалициловой кислотой (ДНФАСК) и третьими компонентами – триизобутилфосфатом (ТИБФ), фенантролином (Фен).

### Экспериментальная часть

**Растворы и реагенты.** Стандартный  $1,5 \cdot 10^{-3}$  М раствор сульфата меди готовили из свежеперекристаллизованного  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ .

Стандартный  $1,5 \cdot 10^{-3}$  М раствор ионов никеля готовили растворением металла марки НО в  $\text{HCl}$  (1:1) добавлением по каплям  $\text{H}_2\text{O}_2$ . После выпаривания сухой остаток растворяли в 0,05 N  $\text{HCl}$ . Рабочие растворы готовили разбавлением исходного.

Стандартный  $4,2 \cdot 10^{-4}$  М раствор кобальта готовили из свежеперекристаллизованного  $\text{CoSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ .

ДНБАСК синтезирован сочетанием диазотированного 2,4-динитроанилина с сульфосалициловой кислотой в щелочной среде и очищен перекристаллизацией из спирта. Содержание основного вещества, установленное титанометрическим титрованием, составляло 98,3%. ДНБАСК использован в виде  $5 \cdot 10^{-3}$  М раствора в воде, pH которого доведен до 10.

ТИБФ очищен промыванием раствором соды, водой с последующим высушиванием и перегонкой при пониженном давлении. ТИБФ использован в виде 2,0 М раствора в гексане.

Фен чехословацкой фирмы "Chemapol" использован в виде  $1,0 \cdot 10^{-2}$  М раствора в 50%-ном (по объему) этаноле.

Все остальные реагенты и растворители имели квалификацию «х.ч» или «ос.ч» и не подвергались дополнительной очистке.

Необходимую среду создавали 0,1 М  $\text{H}_2\text{SO}_4$ , NaOH и боратными буферными растворами с соответствующими pH. Ионную силу растворов ( $\mu=0,1$ ) создавали добавлением рассчитанного количества 1,0 М раствора  $\text{KNO}_3$ .

**Аппаратура.** Значение pH испытуемых растворов контролировали при помощи универсального иономера ЭВ-74. Спектрофотометрические исследования окрашенных растворов проводили на спектрофотометре СФ-46. ИК-спектры сняты на SPECORD M 80. Параллельно исследования проводились методом масс-спектрометрии с индуктивно-связанной плазмой на ICP-MS.

**Условия образования и экстракции комплексов.** Электронные спектры поглощения гексанового экстракта комплекса Cu(II) с ТИБФ и ДНБАСК показывают, что комплекс образуется в интервале pH 7-13,5, оптимальным условием образования комплекса является pH 11,25. Графическая зависимость  $A=f(\text{pH})$  представлена на рис. Комплекс экстрагируется многими органическими растворителями. Экстракция убывает в ряду циклогексан>гексан>толуол>бензол> $\text{CCl}_4$ .

Комплекс в гексановом экстракте максимально поглощает при 510 нм, а реагент – при 420 нм. Реакция меди (II) с ТИБФ и ДНБАСК высокочувствительна и молярный коэффициент поглощения комплекса  $\epsilon_k=1,38 \cdot 10^5$ . Медь в виде комплекса с ТИБФ и ДНБАСК извлекается полно и степень извлечения ее гексаном в оптимальных условиях составляет 96,1%.

Ni(II) с Фен и ДНБАСК образует РЛК в интервале pH 1-14, оптимальным условием образования является pH 10. Лучше всего комплекс экстрагируется хлороформом или 1,2-дихлорэтаном. Комплекс никеля с Фен и ДНБАСК в хлороформном экстракте максимально поглощает при 440 нм. Комплексообразование сопровождается гиперхромным сдвигом. Молярный коэффициент поглощения составляет  $\epsilon_k=4,0 \cdot 10^4$ , а степень извлечения – 99,5%.

Co(II) с Фен и ДНБАСК образует РЛК в интервале pH 3-14, при этом оптимальными условиями образования является pH 9,5. Комплекс наиболее полно экстрагируется смесью хлороформа с изобутанолом (1:1), оптимальное комплексообразование наблюдается при 510 нм. Истинное значение молярного коэффициента поглощения определено по методу Комаря  $\epsilon_k=5,4 \cdot 10^4$ , процент однократного извлечения кобальта составляет 96%.

**Определение ионов Cu(II), Ni(II), Co(II) в шолларской воде.** Для определения содержания меди к определенному объему шолларской воды прибавляли 0,4 мл  $5 \cdot 10^{-3}$  М раствора ДНБАСК, 2 мл боратного буферного раствора с pH 11,25. Объем водной фазы доводили до 10 мл. К смеси прибавляли 5 мл смеси (7:3) гексана с ТИБФ. Взбалтывали в светопоглощение экстрактов комплексов относительно экстрактов реагентов при  $\lambda=540$  нм [5]

Определению меди с ДНБАСК и ТИБФ не мешают нижеследующие ионы, взятые в кратном избытке относительно меди (по массе): щелочные, щелочноземельные и редкоземельные элементы 1000-10000, Ag(I) 200, Cd(II) 10, Zn(II) и Hg(II) 300, Ti(III) 25, Cr(III) 100, Cr(VI) 500, Bi(III), Al(III), V(V) 250, Ga(III), Fe(II) Pd(II) 5, Mn(II) 150, Co(II) 60, Ni(II) 3, Mo(VI) 125, W(VI) 1000, Zr(IV) 375, Ge(IV) 500. Разработанным экстракционно-фотометрическим методом в шолларской воде было найдено  $2,5 \pm 0,20$

мг/л меди. В той же пробе масс-спектрометрическим методом было обнаружено 2,91 мг/л меди.

Определение никеля проводят аналогично, приливая соответствующие количества ДНБАСК, Фен и боратный буферный раствор с pH 10 [6]. Комплекс экстрагируется хлороформом и оптическая плотность экстрактов комплексов измеряется относительно экстрактов реагентов при  $\lambda=440$ . Определению никеля с Фен и ДНБАСК мешают Cu(II), Fe(II,III), Co(II), Cd(II), Zn(II). Их мешающее влияние устраняют приливанием  $\text{NH}_4\text{OH}$ , ионы меди маскируют тиокарбамидом, ионы кобальта – моноэтаноламином, ионы цинка и кадмия – винной кислотой. Разработанным экстракционно-фотометрическим методом в шолларской воде было найдено  $0,2 \pm 0,01$  мг/л никеля. В той же пробе масс-спектрометрическим методом было обнаружено 0,185 мг/л никеля.

Определение кобальта поводят аналогично, приливая соответствующие количества ДНБАСК, Фен и боратный буферный раствор с pH 9,5 [7]. Комплекс экстрагируется смесью хлороформа с изобутанолом (1:1) и оптическая плотность экстрактов комплексов измеряется относительно экстрактов реагентов при  $\lambda=510$ . Определению кобальта с Фен и ДНБАСК мешают Cu(II), Fe(II,III), Ni(II), Cd(II), Zn(II), Hg(II), Mg(II). Их мешающее влияние устраняют при помощи тиокарбамида и аскорбиновой кислоты. Разработанным экстракционно-фотометрическим методом в шолларской воде было найдено  $0,42 \pm 0,01$  мг/л кобальта. В той же пробе масс-спектрометрическим методом было обнаружено 0,415 мг/л кобальта.

Результаты обоих исследований показали, что только содержание меди несколько превышает ПДК. Результаты измерений представлены в таблице.

Таблица. Результаты определения Cu(II), Ni(II) и Co(II) в шолларской воде.

Металл	Реагенты	Результаты определений, мг/л	
		Экстракционно-фотометрическим методом	Масс-спектрометрическим методом
Cu(II)	ДНБСК и ТИБФ	$2,5 \pm 0,20$	2,91
Ni(II)	ДНБАСК и Фен	$0,2 \pm 0,01$	0,185
Co(II)	ДНБАСК и Фен	$0,42 \pm 0,01$	0,415

### Список литературы

1. Будников Г.К. Тяжелые металлы в экологическом мониторинге водных систем . М.: Мир, 1998, 287с.
2. Мур Дж., Рамамурти С. Тяжелые металлы в природных водах. М.: Мир, 1987. 286 с.
3. Миркин Б.М., Наумова Л.Г. Экология России. М.: 1995. 232 с.
4. Никаноров А.М., Жулидов А.В. Биомониторинг металлов в пресноводных экосистемах. СПб.: Гидрометеиздат, 1991. 312 с.
5. Рустамова У.Н., Рустамов Н.Х. Экстракционно-фотометрическое определение меди(II) с 1-(3-карбокси-4-оксифенилазо)-2,4'-динитрофениленом и триизобутилфосфатом. Изв.ВУЗ-ов, Химия и химическая технология, Иваново, 1995, Т.38, В.3, с.40-44.
6. Рустамов Н.Х., Мустафаев Н.М., Рустамова У.Н., Фотометрическое и экстракционно-фотометрическое определение никеля азопроизводными салициловой кислоты и N-, P-, O – содержащими лигандами. Изв.ВУЗ-ов, Химия и химическая технология, Иваново, 2004, Т.47, В.4, с.15-20.
7. Рустамова У.Н., Гамбаров Д.Г. Спектрофотометрическое исследование комплекса кобальта (II) с 1.10-фенантролином и 1-(3-карбокси-4-оксифенилазо)-2,4'-динитрофениленом.

Материалы II Респ.научной конференции «Химия комплексных соединений», Баку, 2002, с.52-56. <sup>///</sup>

8. Уильямс Д. Металлы жизни. М.: Мир, 1975. 236 с.

9. Материалы конференций по анализу природных и сточных вод в СССР (России) за последние 5-10 лет.

10. Шустов С.Б., Шустова Л.В. Химические основы экологии. М.: Просвещение, 1995. 240 с.

## THE EXTRACTION-PHOTOMETRIC DETERMINATION OF Cu(II), Ni(II) AND Co(II) IN SHOLLAR'S WATER

**Hajiyeva S.R.<sup>1</sup>, Rustamov N.Kh.<sup>2</sup>, Rustamova U.N.<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>*Baku State University, Baku, ulviya\_rn@rambler.ru*

<sup>2</sup>*ANAS, Institute of Catalysis and Inorganic Chemistry, Baku, ulviya\_rn@rambler.ru*

### SUMMARY

Nowdays, works on the pollutions of natural waters with heavy metals are global issues. The sources of contamination with heavy metals are connected not only the enterprises and agriculture, but also with atmospheric acid sediments, which increases the solubility of the metal salts. On this reason, the ecology monitoring of the natural waters must be held regularly. On this purpose we carried out the extraction-photometric method of determination of Cu(II), Ni(II), Co(II) in the Shollars waters. Definition is based on the complex formation of these metals with 2,4-dinitrophenilenazosalisyl acid and the third component – triizobutylphosphate or phenantroline. At the same time the amount of these metals is defined by the mass-spectrometric method. The results of both definitions show that only amount of Cu(II) ions higher than maximum permissible concentration.

## Cu(II), Ni(II) və Co(II) IONLARININ ŞOLLAR SUYUNDA EKSTRASIYALI-FOTOMETRIK TƏYİNİ

**Hacıyeva S.R.<sup>1</sup>, Rüstəmov N.X.<sup>2</sup>, Rüstəмова Ü.N.<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>*Bakı Dövlət Universiteti, Bakı şəhəri, ulviya\_rn@rambler.ru*

<sup>2</sup>*AMEA, Kataliz və Qeyri-üzvi Kimya İnstitutu, Bakı şəhəri, ulviya\_rn@rambler.ru*

Son illərdə təbii suların ağır metallarla çirklənməsi problemi aktualdır. Ağır metallarla çirklənmə mənbələri təkcə sənaye müəssisələri, kənd təsərrüfatı deyil, eyni zamanda torş atmosfer çöküntülərində ola bilər ki, onlar da ağır metalların duzlarının həll olmasını və mütəhərrikliklərini artırır. Bu səbəbdən təbii suların ekoloji monitorinqi mütəmadi olaraq keçirilməlidir. Bu məqsədlə biz bəzi ağır metalların – Cu(II), Ni(II), Co(II) ionlarını şollar suyunda ekstraksiyalı-fotometrik təyini aparmışıq. Təyinat həmin metalların 2,4-dinitrofenilenazosalisilat turşusu və üçüncü komponent kimi – triizobutilfosfat, fenantrolinlə müxtəlifliqandlı komplekslərin əmələ gəlməsinə əsaslanır. Eyni zamanda bu metalların miqdarı kütlə-spektrometrik metodla da öyrənilmişdir. Hər iki tədqiqatların nəticələri göstərir ki, yalnız misin miqdarı YVQH-dən bir qədər yüksəkdir.

## **АНАЛИЗ СОСТОЯНИЯ СЕТЕЙ ВОДОСНАБЖЕНИЯ В г. МИНСК И ОЦЕНКА ИНТЕНСИВНОСТИ ИХ ОТКАЗА**

**Булва А.Д.**

*ГУО «Университет гражданской защиты МЧС Республики Беларусь», г. Минск,  
Bulva@list.ru*

В Беларуси, как и в большинстве стран СНГ, для проектирования и строительства объектов водоснабжения и водоотведения до сих пор используется нормативная база 70-80 гг. бывшего СССР. Она явно устарела и не отвечает современным требованиям охраны здоровья населения, экологической и инженерной безопасности, не учитывает новые достижения науки и техники [1].

В результате физического износа трубопроводов и арматуры ежегодно имеет место тенденция увеличения количества прорывов, отключений и аварий, а, следовательно, и потерь воды.

Как показывает практика, особые сложности создают аварии на главных магистральных сетях систем водоснабжения, которые приводят к серьезным техногенным последствиям, на длительное время нарушающим условия водоснабжения части территорий города, оставляя без воды население.

В соответствие с классификатором чрезвычайных ситуаций (далее – ЧС), действующим в Республике Беларусь, указанные события идентифицируются, как чрезвычайные. При этом к ЧС локального уровня относится перерыв в водоснабжении на срок более 24 часов и снижении подачи воды на 15 суток, а при перерыве водоснабжения на срок более суток либо снижении подачи воды на срок более 20 суток – ЧС местного уровня [2].

Срок эксплуатации водопроводных сетей, являющихся основным элементом систем водоснабжения, для большинства городов Республики Беларусь составляет около 40–50 лет. Это говорит о том, что они выработали свой технически допустимый амортизационный срок, гарантирующий их надежную эксплуатацию, около 60% водопроводных сетей находятся в ветхом состоянии.

Основные факторы, влияющие на техническое состояние водопроводных сетей и сооружений, являются [3]:

динамические нагрузки, вызванные движением транспорта и перекачиваемой жидкостью, в том числе гидравлическими ударами;

деформация почвы, вызываемая замерзанием, оттаиванием и просадкой земной поверхности;

коррозия, вызываемая внешними (агрессивные подземные воды, почва и т.д.) и внутренними (агрессивность воды) причинами;

низкое качество строительно-монтажных и эксплуатационных работ.

Значительное негативное влияние на техническое состояние водопроводных сетей и сооружений на них оказывают выполнение строительства и ремонт дорог с отклонением от проектных решений. Увеличение динамических нагрузок на водопроводную линию или сооружение в сочетании с нарушениями требований по их прокладке приводит к возникновению аварийных ситуаций.

Для оценки нарушений в работе выполнен анализ более 1000 аварий, произошедших на сетях питьевого водоснабжения на территории г. Минска, который показал, что 77% из них приходится на трубопроводы, выполненные из чугуна (рис. 1), что составляет 70% длины всех водопроводных сетей, причем 41% связан с разрывом швов и 44% – с деформацией почвы (рис. 2).



Нарушения сварных швов являются наиболее частыми явлениями (примерно 36% от всех аварий); разломы (21%) и отверстия (17%) занимают второе и третье места.

Причины аварий на трубопроводах свидетельствуют, что разрывы швов в большинстве случаев (примерно в 80% случаев) происходят в результате гидравлического удара, а возникновение сквозных отверстий связано с коррозией материала трубопроводов (85%). Здесь же следует отметить, что основной причиной трещин и разломов в трубопроводах стала деформация почв.

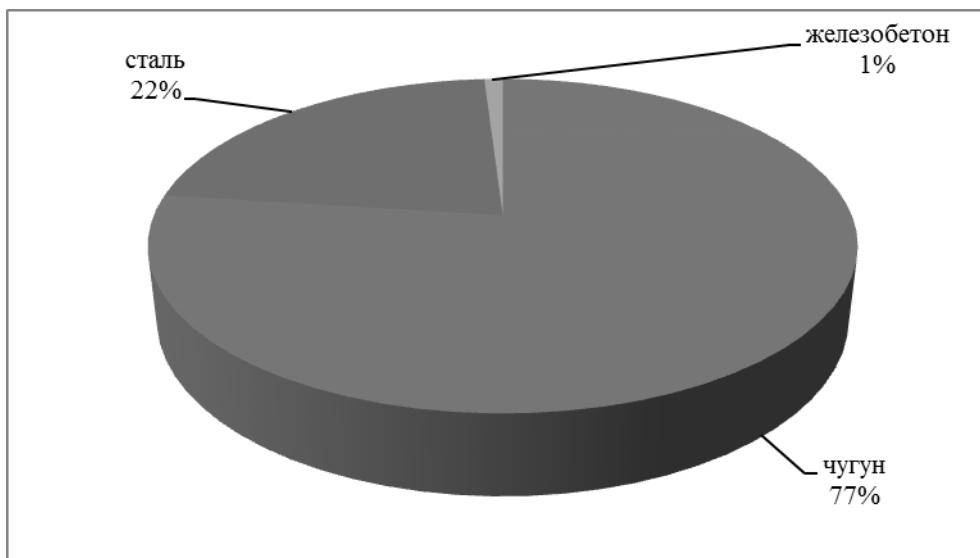


Рисунок 1 – Статистика аварий на водопроводных сетях по материалам труб

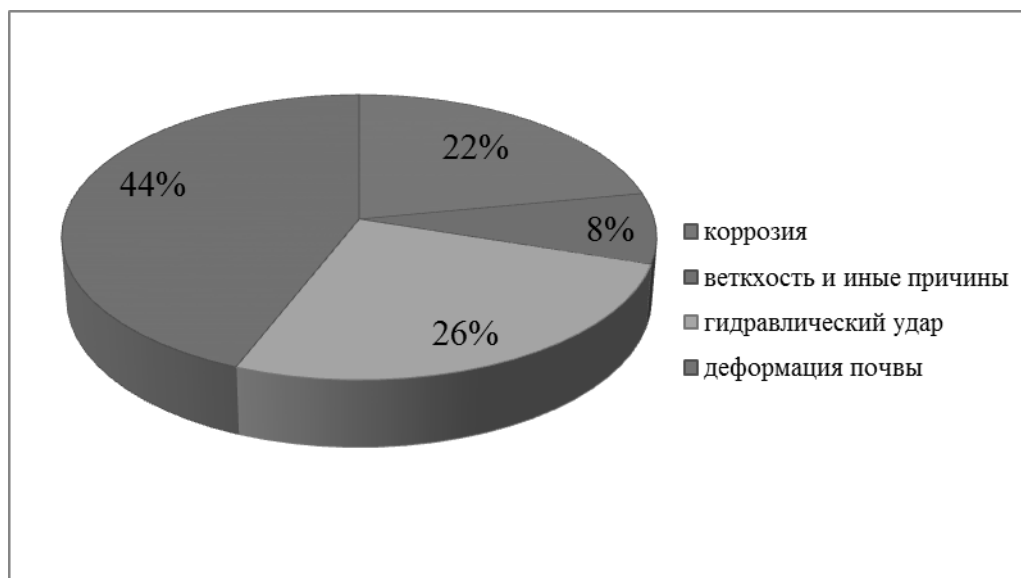


Рисунок 2 – Статистика аварий на водопроводных сетях по причинам возникновения

Статистика повреждений в результате гидравлического удара свидетельствует, что аварии этого вида характерны для труб малого диаметра (до 300 мм). Здесь же следует отметить, что аварийность для труб большого диаметра (1000 – 1200 мм) значительно ниже, чем для труб среднего диаметра. Однако аварии на трубах большого диаметра, наносят больший ущерб безопасности работы системам водоснабжения. Повреждения дорожных покрытий, размывы объемных котлованов, ущерб рядом проходящим инженерным коммуникациям, большие потери воды создают дополнительные сложности в локализации поврежденных участков и приводят к

нарушению водоснабжения. Как правило, эксплуатационные сроки восстановления таких трубопроводов не выдерживаются.

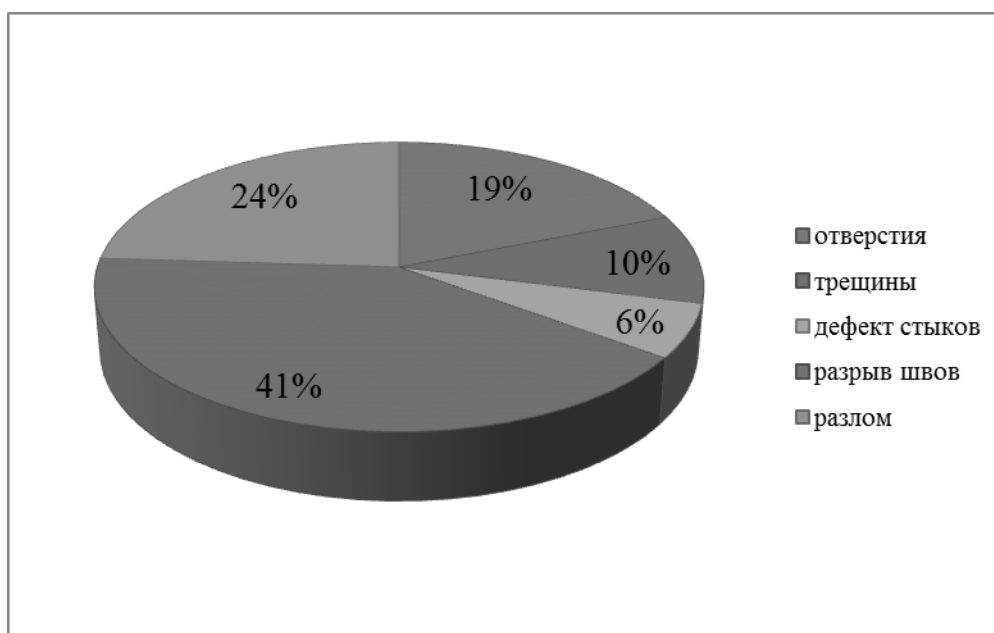


Рисунок 3 – Статистика видов аварий на водопроводных сетях

Анализ статистических данных по авариям на сетях водоснабжения позволил получить аналитические соотношения для прогноза интенсивности отказа Минских сетей водоснабжения в зависимости от диаметра и материала труб, из которых они изготовлены (рис.4-5).

Так, аппроксимируя статистические данные рис.4, интенсивность отказов в год на 10 км для стальных труб в зависимости от диаметра может быть определена по формуле:

$$\lambda(D) = 432,35 \cdot D^{-0,866} \quad (1)$$

где  $\lambda(D)$  – интенсивность отказов в год в зависимости от диаметра труб, ав/(год×10 км);

$D$  – диаметр водопровода, мм.

Аппроксимируя статистические данные рис.5, интенсивность отказов в год на 10 км для чугунных труб в зависимости от диаметра может быть определена по формуле:

$$\lambda(D) = 708,87 \cdot D^{-0,991} \quad (2)$$

Выполненный анализ аварийных ситуаций на линейной части систем водоснабжения г.Минска позволил охарактеризовать состояние, а также фактический уровень надежности и риска возникновения аварий. Приведенные данные свидетельствуют о наличии серьезных проблем в эксплуатации сетей водоснабжения, а также наличии необходимости принять профилактические меры, направленные на минимизацию возможных последствий в результате чрезвычайных ситуаций.

Полученные зависимости для характеристики интенсивности отказов позволяют планировать возможный объем ремонтно-восстановительных работ на год, определять запас материально-технических ресурсов, необходимый для устранения аварий, а также прогнозировать возможные последствия от аварий.

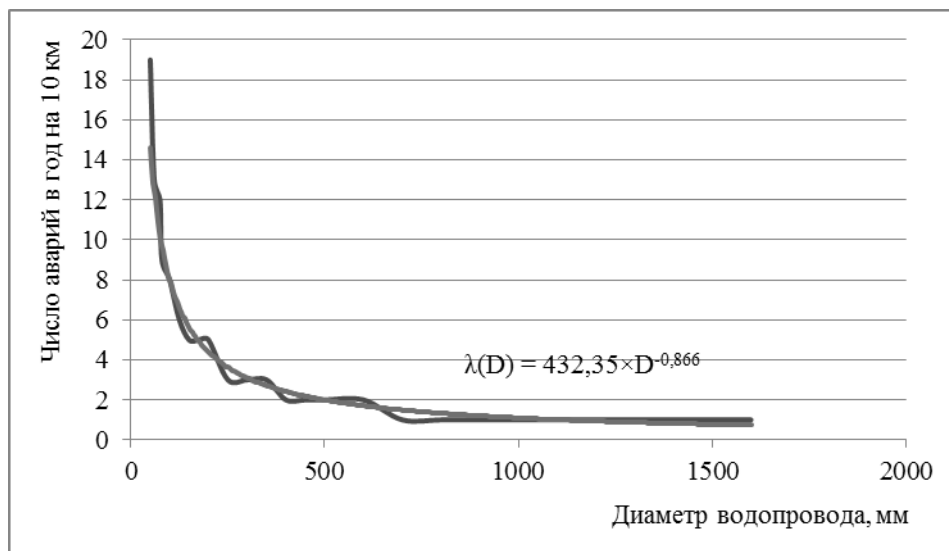


Рисунок 4 – Интенсивность отказов на водопроводных сетях (на 10 км в год) из стальных труб в зависимости от диаметра

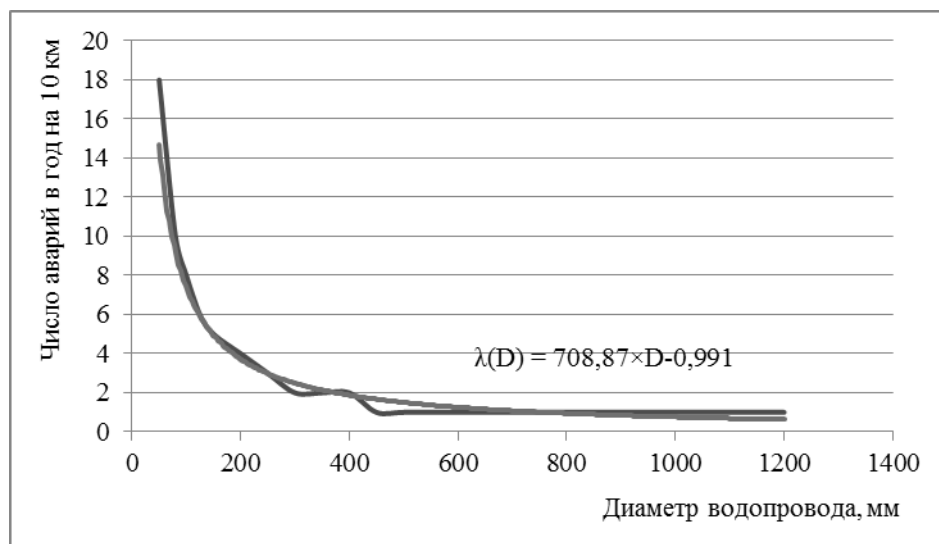


Рисунок 5 – Интенсивность отказов на водопроводных сетях (на 10 км в год) из чугунных труб в зависимости от диаметра

Величина интенсивности отказов, изменяющаяся из года в год в зависимости от состояния сетей водоснабжения, может также служить критерием эффективности проводимых профилактических и ремонтных мероприятий соответствующими службами города.

### Список литературы

1. Седлухо, Ю.П. Проблемы водоснабжения и водоотведения малых населённых пунктов. Опыт Беларуси [Электронный ресурс]. URL: <http://polymercon.com/publications/survey/problems-of-water-supply-and-sanitation-small-neseleennyh-points-the-experience-of-belarus/> (дата обращения: 11.11.2016).
2. О классификации чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера: постановление МЧС Респ. Беларусь от 19 фев. 2003 г. № 17 // Консультант Плюс: Беларусь.

Технология ПРОФ [Электронный ресурс] / ООО «ЮрСпектр», Нац.центр правовой информ. Респ. Беларусь. – Минск, 2016.

3. Захарович, М.Б. Повышение надежности работы систем водоснабжения на основе внедрения безопасных форм организации их эксплуатации и строительства: учеб, пособие / М.Б. Захаревич, А.Н. Ким, А.Ю. Мартынова; СПбГАСУ. – СПб., 2011. – 62 с.

### **АНАЛИЗ СОСТОЯНИЯ СЕТЕЙ ВОДОСНАБЖЕНИЯ В г. МИНСК И ОЦЕНКА ИНТЕНСИВНОСТИ ИХ ОТКАЗА**

**Булва А.Д.**

*ГУО «Университет гражданской защиты МЧС Республики Беларусь», г.Минск,  
Bulva@list.ru*

В статье рассмотрено техническое состояние сетей водоснабжения в г.Минске, выполнен анализ факторов, влияющих на риск возникновения аварийных ситуаций. Получены аналитические соотношения для прогноза интенсивности отказов городских сетей водоснабжения в зависимости от диаметра и материала труб. Предложен вариант использования полученных зависимостей в практических целях.

### **ANALYSIS OF THE WATER SUPPLY NETWORK IN THE CITY OF MINSK AND ASSESSMENT OF THE INTENSITY OF THEIR REFUSAL**

**Bulva A.D.**

*State Educational Establishment «University of Civil Protection of the Ministry for Emergency Situations  
of the Republic of Belarus»,  
Bulva@list.ru*

The article discusses the technical condition of water supply networks in Minsk. It analyzed the factors influencing on their technical condition and lead to a crash. It were obtained analytical relations for predicting the failure rate of urban water supply networks, depending on the diameter and pipe material. Also provided is the option of using the received dependences for practical purposes.

## **EVOLUTION OF WATER SUPPLY TECHNOLOGIES IN URBAN GREEK AREAS THROUGH THE CENTURIES**

**A.N. Angelakis**

*Union of Hellenic Water Supply and Sewerage Operators, Larissa, Greece*

Well organized and operated urban water systems existed in Greece since the prehistoric times. The strong hydraulic works developed during the Bronze Age (*ca.* 3,200-1,100 BC) has been the base of the advanced technological progress for water supply management of the centuries that followed. The stagnancy during the Dark Ages (*ca.* 1,100-600 BC) was followed by significant progress in the Archaic Greek (*ca.* 630-490 BC). During that period, the city-states were formed and first urbanization occurred. As cities depended on trade and not on agricultural production, they tended to be located at dry places, at a distance from rivers or lakes or other water sources. At that time cities were under tyranny. At that time cities grew significantly and the first large-scale urban water infrastructures were developed (e. g. Eupalinos aqueduct and Pisistratus aqueduct). The Classical period (*ca.* 490-330 BC) of democracy that followed, with its small-scale structures and its non-structural measures is a lesson of sustainable management and marks the importance of the institutional progress in water management. During the Hellenistic period (*ca.* 330-67 BC), urban city planning acquired a new dimension in the form of the Hippodameian city, which implemented a different design philosophy. The evolution of the “designed city” is mainly reflected on the scale of the projects, which resulted in water adequacy and more widespread hygienic water use. Urban water supply systems were further improved mainly by increasing their scale during the Roman period (*ca.* 67 BC-330 AD). The rapid growth and urbanization has increased both the importance of sustainable water and wastewater management and the complexity of implementation which will have serial impacts to the future considerations. Therefore, an expected increase in decentralized self-supporting, small (local) systems will emerge. In the future, water and wastewater management systems based on reapplication of old practices using new equipment and knowledge could be of great significance.

# AZƏRBAYCAN RESPUBLİKASINDA İÇMƏLİ SUYUN SANİTAR-BAKTERİOLOJİ VƏZİYYƏTİ VƏ MÜAYİNƏNİN METODLARI

**Quliyeva G.A., Səttarzadə Y.V., Quliyeva M.Z.**

*Respublika Sanitar - Karantin Müfəttişliyi, Bakı,  
laboratoriyarskm@rambler.ru*

İnsan sağlamlığının mühafizəsi istiqamətində milli təhlükəsizliyin əsas amillərindən biri əhalinin yüksək keyfiyyətli içməli su ilə təminatıdır. Əhalinin, o cümlədən uşaqların yüksək keyfiyyətli su ilə təmin olunması istiqamətində öz həllini tapmayan bir çox problem qarşıda durur. Yüksək səviyyədə təhlükəsizliklə çirklənmədən qorunan yeraltı su mənbələri olmasına baxmayaraq, əhali əsas su ilə-68-70% yerüstü su mənbələri, ümumi su anbarları ilə təmin olunur [5].

Su təchizatı və kanalizasiya sistemlərinin qəne etməyən texniki vəziyyəti ilə əlaqədar olaraq baş verən qəzalar nəticəsində durğun su mənbələri ilə qarışması nəticəsində infeksiyon xəstəliklərin sıçrayışı (xüsusən uşaqlar arasında) baş verir [4].

Keyfiyyətsiz içməli suyun mikrobioloji göstəriciləri ilə etiologiyası məlum olmayan, habelə bağırsaq infeksiyaları xəstəlikləri arasında düz mütənasib asılılıq müəyyənləşdirilmişdir [3].

Etioloji struktur haqqında sistematik məlumatlarda göstərilir ki, şəhər əhalisində hal-hazırda kəskin bağırsaq infeksiyaları mövcud deyildir. Praktiki laboratoriyaların çoxunda şigella və salmonellaların təyini və identifikasiyası aparılır [7]. Qaydalara uyğun olaraq, listerioz, kampilobakterioz, virus agentləri axtarılır.

Bununla əlaqədar olaraq şəhər əhalisinin qeydə alınan kəskin bağırsaq infeksiyalarının əsasını etiologiyası məlum olmayan diayeralar tutur [6]. Yuxarıdakılara əsaslanaraq, tərəfimizdən içməli suyun sanitar kimyəvi və sanitar mikrob göstəricilərinə əsaslanan keyfiyyət və təhlükəsizlik monitorinqi təşkil edilmişdir. Təkcə 2016-cı ildə tərəfimizdən 143 ədəd daxili olmaqla, eləcə də xarici istehsalatdan olan qablaşdırılmış içməli su nümunəsi müayinə edilmişdir. Analizlərin çoxluğu yerli gigiyenik normativlərə uyğun olmayan su partiyasının müəyyən edilməsinə şərait yaradır və onun istifadədən çıxarılmasına səbəb olur. Burdan belə bir nəticəyə gəlmək olar ki, işin əsas **məqsədini** ümumi koliformun, patogen enterobakteriya, habelə gigiyenik normativdə olmayan kif göbələklərdən Aspergillus növünün identifikasiyası təşkil edir.

## **Tədqiqatın material və metodları.**

1. Analizi bakteriologiyada BD (ABŞ), Liöfelçun (İtaliya) kimi aparıcı şirkətlərin müasir qidalı mühitlərindən istifadə edilmişdir.

2. Enterobakteriyaların biokimyəvi identifikasiyasında API-WEB testlərindən, "Bio merüux" (Fransa) istifadə edilmişdir.

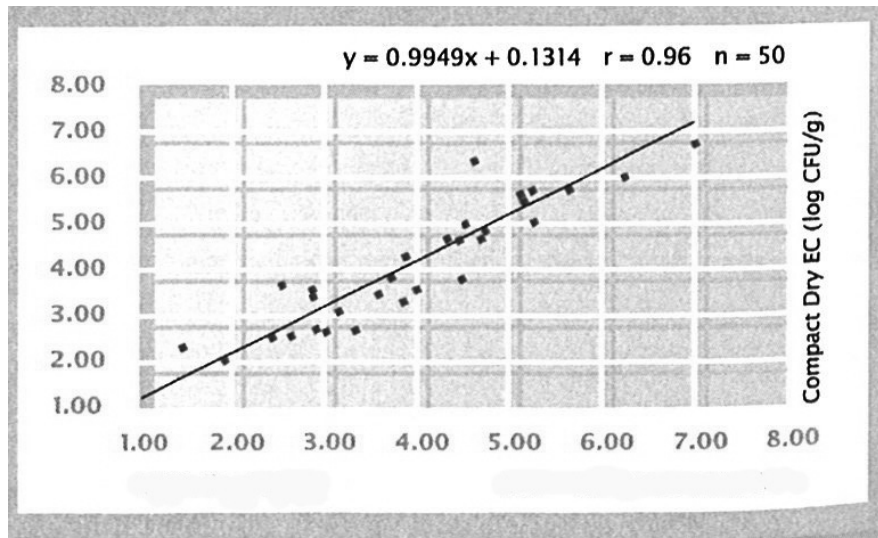
Təbiət çirklənmələrində əsas əhəmiyyət kəsb edən tez müddətli, informativ, genişmiqyaslı və asanlıqla başa gələn su fazasının müayinəsi metodu sayılır.

Hazırkı dövrdə su mühitində salmonellanın təyin edildiyi kimi, enterobakteriyaların ayırması üçün əkilmənin bir sxemi yoxdur. Onların içməli suda çoxalmasının təyin edilməsi üçün tərəfimizdən 500 ml, 50 ml, 5 ml və 0.5 ml əkim sxemi seçilmişdir.

1 ml içməli suda mezofil aerob və fakultativ anaerob bakteriyaların ümumi sayı 24 saat ərzində 37°C qidalı mühitdə çoxala bilən, kaloniya əmələ gətirən, böyüdüləndə görünən və 48 saat müddətində 25 °C-də böyüyən saprofit mikroorqanizmlərin sayının təyini, habelə bu qrup mikroorqanizmlərin sayının ümumi mikrob ədədinin intensivlik dinamikasına təsirinin nisbəti təyin edilir. Biz habelə mikroorqanizmlərin sayılmasının sadə üsulu olan Compact Dry (R-Biopharm Germany) istifadə etmişik. Compact Dry T-də (ümumi say) böyüyən kaloniyalar

indikator tetrazol-xloridin reduksiyası nəticəsində qırmızı rəng olur ki, bu da onların identifikasiyasını asandlaşdırır.

Compact Dry EC- bu koliform və E.coli üçün mühitdir. Mühitdə 2 tip ferment tərkibli xromogen substrat var: Magenta- Gal və x-Gluc/



Şək.1. Qidalı aqarlı standart plashkada koloniyaların kəmiyyət göstəricisinin qrafiki

Bu substratlarda E.colinin koloniyaları 2 cür olur: mavi və bənövşəyi koloniyalar. Belə ki, koliforma kimi qırmızı, qırmızı-bənövşəyi və ya çəhrayı rənglənir (Şəkil 2).



Şək 2. İçməli suda mikroorqanizmlərin identifikasiyası (ekspress-testlər)

### Tədqiqatların nəticələri.

Bildiyimiz kimi su qaynadılmadan içilməli, yəni təmizlənilmiş və laborator müayinədən keçərək yararlı olduğu halda içilməlidir. Azərbaycanda 1 neçə su mənbələri vardır. Lakin bununla yanaşı çirkab sulara mövcuddur., və yaxud su mənbələrinin çirklənməsi də mövcuddur.

Su mənbələrinin çirklənməsi dedik də, suların keyfiyyətini pisləşdirən, su obyektlərinin səthinə dibinə və ətrafına təsir edən zərərli maddələrin tökülməsi və axıdılmasında başa

düşülür. Su obyektlərinin əsas çirklənmə mənbələrini istilik elektrik stansiyaları, metallurgiya, neft-kimya sənayesi müəssisələrində daxil olmaqla, bütövlükdə sənaye və məişət tullantıları təşkil edir. Su mənbələrin çirklənməsi suyu əhalinin içməsi və təsərrüfat işlərində istifadə üçün yararsız etmək- lə bərabər, həmin hövzələrdəki biomühitə də olduqca mənfi təsir göstərir [1] (Cədvəl 1).

Cədvəl 1. Mikrobiologiyası yoxlanılmış su nümunələrinin kimyəvi göstəriciləri

		HCO <sub>3</sub>	Üm/s	Ca	Cl	SO <sub>4</sub>	Mg	Na+K	PH	Fe	NH <sub>3</sub>	Nitr
1.	Slavyanka	268		25,8	11	85,0	9,03	114	7,6			
		122	3,4	40	20	100	17,02	27,14	7,5	0	0	0
2.	Jalə		7		350					0,3	0	0
		219	3,8	80	24	110	9,72	39,1	6,5	0,1	0	0
3.	Vita 1000	286,5		58,0	8,0	39,0	17,0	34,2	8			
		109,8	1,2	20	32	68,4	2,43	67,16	8	0	0	0
4.	Çesmə	150-200		55-62	7,5-9,0	80-90	25-35	K 0,8-1,4	Na 25-30	7		
		146,8	2	24	20	124	9,72	78,43		7	0,1	0
5.	Sirab	91,5		20,0	2,0	56,0	3,6	35,4	7			
		91,5	0,6	20,0	3,0	66,4	2,43	55,66	7	0	0	0
6.	Bonaqua											
		48,8	2	20	32	128,4	12,16	54,51	6,8	0,1	0	0

Cədvəldə su nümunələri onların qablaşdırılmasında göstərilən normaları və müayinə zamanı alınan nəticələr göstərilmişdir. İçməli təbii mineral suları üçün ümumi texniki şərtlər AZS 216-2006. qeyd edildiyi kimi müayinə aparılmışdır. Normalara əsasən göstərilən su nümunələrində

PH- 6-9

Nitritlər – 0

Fe – 0,3

Ammonyak – 0

Ü/codluq – 7 mq/ekv/l-ə qədər

Xloridlər – 350,0 mq/l-ə qədər

Sulfatlar – 500.0 mq/l-ə qədər

Ca – 30-140,0

Mg – 10-85,0

Na+K. 200-ə qədər olmalıdır Bu qanunauyğunluq su nümunələrində öz əksini tapsada qablaşdırılmasında göstərilənlərlə uyğun gəlməyənlərdə oldu. Cədvəldə aydın şəkildə göstərilmişdir.

Məlum olduğu kimi bağırsaq infeksiyaları o halda baş verir ki, bakteriya orqanizmə daxil olmaqla yanaşı, orda çoxalır, orqanizmin müdafiə mexanizmlərini də aşağı salır.



Bizim apardığımız tədqiqatlardan belə nəticəyə gəldik ki, ümumi 143 analizin yəni qablaşdırılmış içməli su nümunəsindən (plastik habelə şüşə qablarda) tərkibində enterobakteriya olan patogen mikroflora aşkarlan edilməyib.

Əsas alınan nəticə odur ki, yerli və xarici istehsal icməli sulara koli-indeksin miqdarı yüksək qeydə alınmışdır.

2016-cı il ərzində (yanvar-noyabr) xarici istehsal olan 129 nümunədən 3-də kimyəvi və mikrobioloji müayinələrdə gigiyenik göstəricilərə uyğun gəlmiyib.

Müayinələrimizdən 2-də (İranın “vata” içməli suyunda) göy-yaşıl irin çöpləri və 3 nümunədə ümumi koliform (koli indeks 7 və 9) standartlara cavab verməyib.

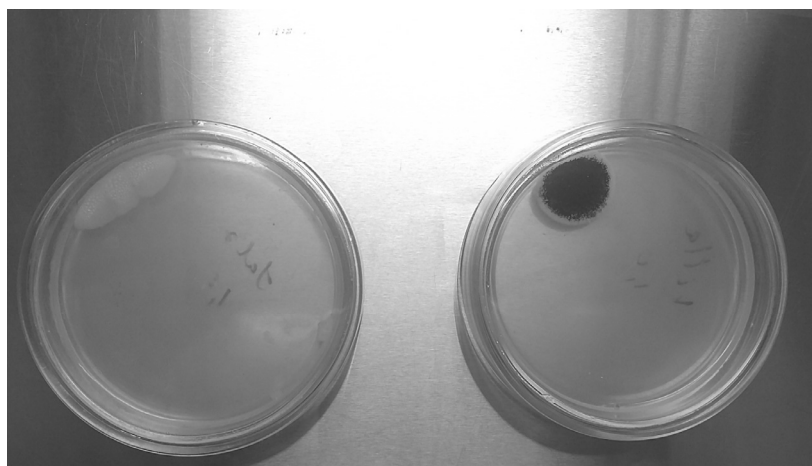
Bu müddət ərzində Bakının marketlərindən alınmış qazsız, yerli istehsal olan 14 qablaşdırılmış içməli su analiz olunub. Yuxarıda mikrobiologiyası yoxlanılmış su nümunələrinin kimyəvi göstəriciləri cədvəldə verilmişdir (Cədvəl 2).

Cədvəl 2. Bakının marketlərindən alınmış qazsız, yerli istehsal olan qablaşdırılmış içməli suyun müayinələrinin nəticələri

Suların Adları	Koli-indeks	Mikroorqanizmlər
Slavyanka	9	Ps. aeruginosa
Vitta – 1000	3	Aspergillus
Jalə	7	Penicillium
Çəsmə	4	18 KOE maya
Sirab	3	-
Bonaqua	4	-
Qax	3	-
Saffir	3	-
Vata (İRR)	9	Ps. aeruginosa Aspergillus.

Cədvəldən göründüyü kimi “Slavyanka” içməli suyu koli- indeks 9 olan bağırsaq çöpləri ilə, “Jalə” isə koli- indeksi 7 olan, digər su nümunələrində aşkar edilməyib. Sanitar müayinələr nəticəsində ilin ən yaxşı suyu şüşə qablaşdırılmada “Sirab” və “Saffir”, plastik qablaşdırılmada “Qax” suyu sayılır.

Maraqlı fakt odur ki, kif göbələklərdən Aspergillus və Penicillium növü aşkar edilmişdir. Belə ki, bu növ göbələklər mikotoksinlər (Aflotoksin və oxratoksin A) sintez edir ki, onlar da suda həll olmur. Orqanizmə cüzi miqdarda düşsə belə, qaraciyər və böyrəkdə toplanıb, mikotoksikozlar yarada bilər. [2].



Şək. 3. "Jalə" və "Vitta" içməli sularında Aspergillus və Penicillium kif göbələklərinin böyüməsi

**Nəticə:** Yuxarıda qeyd edilənləri yekunlaşdıraraq belə nəticəyə gəlmək olar ki, içməli suyun tərkibində kif göbələklərin sanitar müayinəsi aparılmalıdır. Habelə, mikromisetlərlə yoluxmuş içməli su uşaqlarda müxtəlif sonluqlara səbəb olan toksikoz dispepsiyaya və insanlarda başqa xəstəliklərə gətirib çıxara bilər.

#### **Ədəbiyyat siyahısı**

1. Quliyeva M.Z. Ətraf mühitin gigienası və xarici mühit amillərinin insan orqanizminə təsiri / V.Y. Axundovun 100 illik yubileyinə həsr edilmiş elmin-praktik konfransın tezislər toplusu. Bakı, 2016, s.58-59.
2. Səttarzadə Y.V. Aspergillus Səsiləsinə aid toksin yaradan göbələklərin ekdoji-coğratı populyasiyası / V.Y. Axundovun 100 illik yubileyinə həsr edilmiş elmin-praktik konfransın tezislər toplusu. Bakı, 2016, s.64-65.
3. Гулиева Г.А., Гурбанлы Н.А., Гасанов А.В. Оценка экологических рисков воды из различных источников // Современные достижения Азербайджанской медицины, 2015, № 3 с 199-202.
4. Гулиева Г.А., Яковлева О.В., Бабаева Э.М. Санитарно-бактериологическая характеристика хозяйственно-питьевой и сточной воды Абшеронского района Сулу-Тепе и Птичий массив / «Wyksztalcenie i nauka bez granic. Materiali XI Miedzynarodowi naukowo-praktycznej Medycyna. 2015, Volume 12, с.38-46
5. Онищенко Г.Г. Влияние факторов внешней среды на здоровье человека // Иммунология, 2006, № 6 2006, с. 352-356
6. Сомов Г.П., Бузолева Л.С., Зайцева Е.А. и др. О существовании патогенных бактерий в окружающей среде // Вестник ДВО РАН, 2000, № 3, с. 3-9
7. Табаева А.А., Котова А.А., Кыраубаева К.К. Сальмонеллезы, вызванные возбудителями редких групп // Эпидемиология и инфекционные болезни, 2001 № 6 с 35-39.

#### **САНИТАРНО-БАКТЕРИОЛОГИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ ПИТЬЕВОЙ ВОДЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ В АЗЕРБАЙДЖАНСКОЙ РЕСПУБЛИКЕ**

**Гулиева Г.А., Саттарзаде Е.В., Гулиева М.З.**

*Республиканская санитарно - карантинной инспекции, Баку,  
laboratoriyarskm@rambler.ru*

#### **РЕЗЮМЕ**

Целевой установкой наших исследований был лабораторный контроль качества и безопасности питьевой воды за период январь-ноябрь 2016 года, Нами было проанализировано 143 пробы бутилированной воды как в стеклянной, так и в пластиковой таре Отечественного и зарубежного производства, Результаты показали, что 3 пробы питьевой воды "Vata"((İRAN) были контаминированы синегнойной палочкой и в 4 пробах отечественного производства *koli-indeks* не соответствовал стандартам. Помимо нормируемых микроорганизмов, важным аспектом явилось выделение плесневых грибов *Aspergillus*, *Penicillium* и дрожжей, присутствующих в питьевой воде отечественного производства Вода, как и пищевые продукты ,пораженные микромицетами, могут быть причиной токсикозной диспепсии с различными исходами и других заболеваний человека.

#### **SANITARY BACTERIOLOGICAL STATUS OF DRINKING WATER AND METHODS OF RESEARCH IN AZERBAIJAN REPUBLIC**

**Guliyeva G.A., Sattarzade Y.V., Guliyeva M.Z.**

*Republican Sanitary - Quarantine Inspection, Baku,  
laboratoriyarskm@rambler.ru*

#### **SUMMARY**

The aim of our research was the laboratory control of the quality and safety of drinking water for the period January-November 2016, We have 143 samples of bottled water were analyzed both in

glass and in plastic containers of domestic and foreign production, results showed that 3 samples of drinking water " Vata "((IRAN) were contaminated with *Pseudomonas aeruginosa* and 4 samples of domestic production koli-indeks did not meet standards. in addition to the standardized micro-organisms important aspect was the isolation of fungi *Aspergillus*, *Penicillium* and yeasts present in the drinking water of the domestic production of water as food products affected mikromitcetami, can cause dyspepsia toksikoznoy with different outcomes and other human diseases.

## ANCIENT WATER PLANTS

**Makysh ZH.S.**

*The Committee for water resources, the Ministry of agriculture of the Republic of Kazakhstan  
zhtsmac@gmail.com*

In the ancient times, people also took measures in order to avoid water shortage. These measures required engineering solutions that deserve applause even from the modern specialists. A bright instance is the tunnel Eupalina on the island of Samos. The tunnel delivered water to the city from a spring located on the other slope of Castro mount. The length of this facility was 1323 meters and a height and width are about 2.5 meters. The channel was knocked out in the bottom of the channel, in which water flowed throughout ceramic gutters. The channel had a variable depth to provide a necessary tilt. The channel was covered with stone slabs and gravel. Water was supplied from the source to the tunnel and run out to the town via the ceramic pipes with a diameter of about 26 inches. The tunnel was built under the supervision of Eupalina Megarian, who was used the mathematical achievements of Pythagoras in the channel designing, and during the works used home-made device that resembles the modern theodolite. The direction of the tunnel kept perfectly. Moreover, the erection of the channel impresses because it was built simultaneously from both sides, according to Herodotus.

In Turkey, under the hill Hisarlik (this is approximately where the ancient Troy), even 3000 years ago, a complex irrigation and drainage system was built. It allowed people to collect and bring the surface rainwater seeping through the limestone that makes up the hill. The Trojans are so carefully monitor the cleanliness of these water sources, so they have even been called "the saints." Modern excavations, in which hisarlik tunnels system was opened, showed excellent safety. The ancient builders were able to erect their buildings for centuries and millennia!

The beginning of artificial irrigation dates back to the antiquity. It is known, for example, that irrigation was developed in Egypt (the Nile river valley) in 4400 BC and in China (on Yangtze R.) in 2280 BC.

By our ancestors irrigation was applied about 10 thousand years ago in the Amudarya, Syrdarya and Zarafshan river valleys and in the districts of the Transcaucasia, Crimea. In Central Asia, particular attention is drawn to vast irrigation channels, road of which are preserved on the territory of Turkmenistan, South of Kazakhstan, Kyrgyzstan, etc. Some of the canals were built hundreds of years ago that had survived up to date and even continue to work, such as ditch, Zechariah, Sairam irrigation system, several channels of the river Talas.

The need to protect the land from flooding and the coast from the devastation negatively affecting the ecosystem, regulation of river channels, such as the Tigris and the Euphrates 500 years BC and bonding the territory of modern Holland in 2000 years BC.

For 4000-3000 years BC there were water pipelines and artesian wells in the cities of Babylon; in the 6 century BC in Rome the water pipeline and sewer were built, the ruins of which have survived to the present day.

Launch of construction of the dams is also related to very ancient times. For 4000 years. BC a stone dam was built (Koshas in Egypt), and earthen dam had been built much earlier, in particular in India, China, Mesopotamia and other countries.

In Spain there are more 10 dams operate almost 1600 years. The Rheinfelden hydropower plant, built in 1880 on the Rhine, still operates in Europe.

The facilities for navigational purposes were built to approximately the same period: it is known that the ports of the ancient Romans reached a great perfection; the canal from the Nile to the Red sea functions from 610 BC.

There is a great variety of structures designed to collect water or vice versa, to take it away. The simplest structure is, of course, well. Water is extracted. The depth and complexity of the well depends on the level of ground water table. In Belarus, for example, an ordinary village well has a depth of, on average, ten meters away, receiving waters from shallow level. Among the wells, there are more complex structures than a simple vertical shaft in the ground. For example, the Joseph well in Cairo has a fairly complex configuration. It consists of two shafts with a depth of 40 and 50 meters, between which there is a domed chamber for collecting water.

Underground cisterns were used to collect and preserve water – an artificial or natural cavity, where water was collected from springs or rain. One of the largest water tanks, Yere-Batan-Serai in Istanbul, built during the reign of Emperor Justinian. It has a length of 121 meters and a width 61. 336 columns support a set of tank with a height of about 13 meters. The tank was widely used in countries with a hot climate. The water there was a high value, in this case people tried to collect and store to prevent loss. Each house collected own supplies, and if they are gone, using public stock was tagged.

To deliver water to the village, used and is being used to this day, underground water galleries. In Central Asia they were called "kiariz" (*drawing 1*). In its upper reaches, the kiariz crossed the aquifers in the mountains, and the water then came down on the tiled underground gallery, supplied with wells, after a certain distance. The gallery could be up to 30 kilometers. Kiarizs were built in countries located in the arid climate area – hot, dry, with large daily temperature fluctuations and low rainfall.



Drawing 1

8000 years ago in the Piedmont strip of the Kopet Dagh irrigated agriculture began to practice, using water from the mountains flowing rivers and streams. Subsequently, the development of agriculture and sustainable growth calls for new water sources, which were kiariz.

The Governor of Khorasan, Abdullah Ibn Tahir (830-840.) even instructed the scholars of religious law (faciam) to draw up special guide kiariz. The author of XI century, Gardizi writes that compiled the book "Kitab al-Kuny" ("Book about the wells") continued to serve and in his time, that is to say 200 years after it was written. Unfortunately, the book up to the present day is not reached.

Dry kiarizs were actively used by the Mujahideens for a concealed movement in the years of the Soviet-Afghan conflict.

Pougiales, the former inhabitants of Nazca, famous for its giant figures that are visible only from a height of bird's flight also left behind a complicated system of underground hydraulic structures. It is very similar to the kiariz and operates to the present day.

Now back to the territory of ancient Kazakhstan.

In Kyzylorda region located neoliths stop "Saksaul". Next to which was a reservoir there and discovered many animal remains. Therefore, residents stop Saksaul engaged in cattle breeding and hunting.

The changes associated with the sharp increase in drought in Eastern Europe and Western Asia in the economy and everyday life of the plains tribes is also confirmed by the archaeological data. In long-term settlements of Western and southern Kazakhstan there is a new method of water supply – digging wells.

In the 9 – 12 centuries, the productive power of society grew at a high pace. At those times, in the cities facilities for religious places, palaces of the rich, water pipeline and treatment system were built. Some new cities were created.

The beginning of the irrigation of lands in the territory of today's Kazakhstan, as in all of Central Asia dates back to the antiquity. Many channels built hundreds and thousands of years ago, preserved to this day. The channels of the river Syrdarya in the Otrar, Zakh, Khanyrn towns from the river Siryk, Sairam irrigation system from the rivers and Aksu Badam, Kurume channel from the Shelek river, irrigation canals from rivers Sharyn, Karatal, Koksau and Korgas have a century history.

Centuries-old irrigation practices have developed local methods of production water management works. There were widely used construction of water-directed dams of sepoys (three or four logs connected at the top and filled with stone) and tastaguys masonry from stone material with wood (carabura), a kind of gabina masonry, where instead of wire for gabions rods were used. Such structures did not require imported materials; they were sufficiently robust and economically effective. Aryk-aksakals and Mirabs were main water distributors. On the right of the peoples of the East, water was considered as a God gift and could not be a subject of ownership.

In the description of Turkestan, researcher Masalsky wrote (published in 1913): "The local customs regulated water using for irrigational purposes in Turkestan. According to the basic rules of Shariat, ADAT (customary law of the Eastern peoples), water as a gift of God, that quickening the desert cannot be owned: it belongs to everyone who wishes to use it for irrigation of land, the only exception is the water that collects in the vessel; the water can't be the subject of purchase or sales of land; because of the lack of water for irrigation for all crops it should be divided equally; the place of use of water is established by drawing lots; diverting water in greater than normal amounts, or not in the order subjected to be a crime and punishment."

A little tour of the ancient cities on the territory of modern Kazakhstan.

Otrar is situated in the valley of the Syrdarya river, at the confluence of the Arys and Syrdarya. Scientifically, this area is called the Otrar oasis, the ancient name of which, Tarband, Turarband, Turar, Farab. Interesting fact is that Farab is a home to an outstanding scholar, thinker, philosopher, successor of Aristotle, Abu Nasr al-Farabi.

In 1219-1220 years the city was stormed by the Mongolian troops of Genghis Khan. The great conqueror Timur died here in 1405. The geographical position of the oasis coincides with the territory of modern Otrar district of South Kazakhstan region. The west oasis is limited by Kyzyl-Kum's, occupying the space between the two great Central Asian rivers - the Syrdarya and Amudarya. Otrar oasis is always held a convenient strategic position in the southern Kazakhstan. the Great silk way passed through Otrar, so the city is mentioned almost by all mediaeval Arab and Persian authors.

Dry fields are crossed by the deep main canals, cracked by the solar heat, the riverbed of which for hundreds of years has not received a single drop of water. What makes you think is the fact that these water systems look like a modern water system. This unique Museum under the open sky "tells" us about the lives of our ancestors. One of the features of the city is submitting the idea of professionals as the similarity of its water pipeline systems with the systems of modern cities. In each room of the houses had tap water. Water pipeline were compact, beautiful, with expressive patterns on the side. The diameter of the pipes, which are laid between the houses significantly greater than usual. In addition, the statement of the researcher Abduali Tolebaev, who participated in archaeological excavations in 1975, some rooms have places for washing, and there are even tubs.

Taraz. One of the ancient cities of the Kazakh people is the ancient Taraz. Information about the city is found in written sources of the V century. And the old Turkish Chronicles reported on the visit of the delegation (Embassy) of the Byzantine Emperor Justinian in 568, headed by Zemarkh Kiliki. The Kagan at that time Disabool met the Embassy. Arab traveler Maqdisi that had visited the city in the tenth century writes: "Taraz – large mound town where there are many gardens and parks, with compactly residing population. It has four gates, the river flowing through the city, divides the city into 2 halves, connected by a bridge. At the Central market there is a mosque". In the X-XII centuries the city experienced its prosperity. And during the invasion of the Mongol invaders, by the order of the Khorezmshah Muhammad the city was destroyed. The Governor was forced to do so because he did not like to pass such beautiful city to the enemy. Thus, in the XIII century, the city ceased to exist. Therefore, built in X-XIII centuries the beautiful palaces and mosques have not survived. Striking a peculiar feature is a bath excavated in the east of the city. The floors in the bath lined with colored square tiles, 50x50 cm, and the bathroom walls are lined with colorful glazed brick tiles which ornamented octagonal patterns. Patterns framed in black on a red background. And the baths are composed of bricks and plastered by waterproof composition. For heating baths, steam and hot water was supplied under the floor thereby maintaining a certain temperature in the rooms for washing. By the way, a modern baths Arasan in Almaty is built focusing on the system of the baths of the ancient Taraz.

By the way, there is an International training centre for the safety of hydrotechnical constructions that successfully operates at the moment.

Dzhend. 115 km west to Kyzylorda, on the right bank of the old river bed of the Syrdarya (Zhanadarya) there are well-preserved ruins of the ancient Jenda - the city of Dzhankala. The area of well-planned city is about 40 hectares. Around Jenda there were found remains of small fortifications, farmsteads, traces of medieval irrigation. Undoubtedly, Dzhend was the center of a vast densely populated area in the Aral sea region, and not coincidentally, the Aral sea was sometimes called "Dzhends".

Good news is that, as in most developed countries, in Azerbaijan there is also an increased attention and resources to the development of water management, in particular the safety of hydraulic structures, as in the late 50s of the last century in Azerbaijan 3 pumping station Salyans governing the mechanical work (Salyan-Mugan array) were automated, as the result operating state waste reduced by 3 times. Automation of control gates of hydraulic structures was carried out at water sites and large facilities upper Shirvan and upper Karabakh channels. As they are well known, there is no need to talk about the present achievements of Azerbaijan in this field.

Dear residents of Baku, once again I congratulate You from me and the brotherly Kazakh people with the anniversary of the Shollar water pipeline, wish that transparent and clear water, sparkling like a diamond, always flows from the tap of your apartments and houses! I also wish that after 100 years, so 200 years of Shollar anniversary you will celebrate

with your children, grandchildren and great grandchildren! Peaceful sky, strong health, happiness and all the best to You and Your Home!

#### **List of literature**

1. Volkov I. M., Kononenko, P. F., Fedichkin I. K., Hydraulic structures, M., Kolos, 1968.
2. Kipshakbayev N. To. The history of development of water sector of Kazakhstan (article).
3. Gundogdyev O. Institute of archaeology and Ethnography, Academy of Sciences of Turkmenistan (article).
4. [https://kk.wikipedia.org/w/index.php?title=Қазақстандағы\\_неолиттік\\_ескерткіштер&oldid=2483175](https://kk.wikipedia.org/w/index.php?title=Қазақстандағы_неолиттік_ескерткіштер&oldid=2483175)
5. Data from the Internet.
6. Abdulragimov T. I. (Minister of water economy of the Azerbaijan SSR, 1960.), Water construction in the Azerbaijan SSR, Giprovodhoz Ministry of agriculture of the USSR, Moscow, 1960.

### **ГИДРОТЕХНИЧЕСКИЕ СООРУЖЕНИЯ ДРЕВНЕЙ ИСТОРИИ**

**Макыш Ж.С.**

*Комитет по водным ресурсам Министерства сельского хозяйства Республики Казахстан,  
zhtsmac@gmail.com*

#### **РЕЗЮМЕ**

В статье рассмотрены применение гидротехнических сооружений в древние времена в населенных пунктах и за их пределами. Среди которых были сложные для тех времен. Также указан прогресс в развитии данной отрасли.

### **ANCIENT WATER PLANTS**

**Makysh Zh.S.**

*The Committee for water resources, the Ministry of agriculture of the Republic of Kazakhstan  
zhtsmac@gmail.com*

#### **SUMMARY**

This article considers utilization of hydraulic facilities that were built in and out of populated areas during the ancient times. Most of them are very complicated structures. In addition, the article shows the developmental progress of the water sector.



## SOLBANÇAY VƏ SILTIQÇAYIN AXINLARINDAN BALAKƏN ŞƏHƏRİNİN SU TƏCHİZATININ ÖDƏNİLMƏSİ PERSPEKTİVLƏRİ

**Bəşirov F.B., Hacıəliyev A.T.**

*AzET Su Problemləri İnstitutu, Bakı Şəhəri,  
feyruz.beshirov@mail.ru*

Azərbaycan Respublikasının regionlarının sosial-iqtisadi inkişafının Dövlət Proqramının yerinə yetirilməsi gedişində ərazimizdə yerləşən içməli su mənbələrinin, o cümlədən kiçik çayların, kanal və digər suaxarların, eləcə də yeraltı su mənbələrinin axınlarının mənimsənilməsi məqsədilə geniş tədqiqat işləri yerinə yetirilmişdir. Başqa ölkələrdə olduğu kimi, ölkəmizdə də əhalinin və sənaye müəssisələrinin suya tələbatının ödənilməsində yeraltı içməli suların istifadə olunmasına üstünlük verilir. Bununla bərabər, Azərbaycan Respublikasında yeraltı içməli suların ehtiyatı azdır və onlar əksəriyyət halda yaşayış məntəqələrindən uzaqda yerləşirlər. Ona görə də, Respublikamızın su təsərrüfatı praktikasında yerüstü axınlardan (çay, bulaq, gölün şirin suyu) geniş istifadə olunur. Ölkəmizdə yeraltı içməli sular yüksək keyfiyyəti ilə seçilir. İstismar olunan qunt sularının ümumi tutumu 8...9 km<sup>3</sup> təşkil edir və davamlı su təchizatında əhəmiyyətli rol oynayır.

Yuxarıda göstərilən araşdırmaların analizinə əsasən Balakən şəhərinin əhalisinin və sənaye müəssisələrinin suya olan tələbatının dayanıqlı və fasiləsiz ödənilməsi üçün Siltıqçay və Solbançayın axınlarından istifadə olunması məqsədəuyğun sayılır. Digər tərəfdən dağ çayları kəskin dəyişən və coşğuneləcə də, çoxlu dib və asılı lil gətirmələri axınları ilə xarakterizə olunurlar. Qeyd olunanlarla bağlı dağ çaylarından tələb olunan suyun götürülməsini təmin edən suqəbuledicinin elementlərinin optimal kompanovkası sxeminin və onun konstruksiyasının seçilməsi xüsusi əhəmiyyət kəsb edir. Yerinə yetirilmiş çoxsaylı işləmələrin nəticəsində Balakən şəhərinin su təchizatının Siltıqçay və Solbançayın su axınları ehtiyatları hesabına ödənilməsi mümkün sayılır. Adıçəkilən çay qollarının Balakənçayla birləşmə məntəqələri arasındakı məsafə 7,05 km təşkil edir. Siltıqçayın axını xüsusi basqılı boru ilə Solbançayın məcrasına axıdılır və onun üzərində 474 və 505 m yüksəklikləri arasında xüsusi məcralı su anbarı yerləşdirilir (şək.1).

Siltıqçayın suyuğar hövzəsinin sahəsi 26 km<sup>2</sup>-dir və onun orta çoxillik su sərfi aşağıdakı ifadədən tapılır:

$$Q = \frac{MS}{100}$$

burada M-Siltıqçayın hövzəsinin axın modulu,  $M=20 \frac{\text{san}}{\text{km}^2}$

S—çayın suyuğar hövzəsinin sahəsi, km<sup>2</sup>.

Siltıqçayın bərpa olunmuş orta çoxillik su sərfələri 0,208 m<sup>3</sup>/san –dən 0,83 m<sup>3</sup>/san –yə kimi dəyişir. Onun orta çoxillik su sərfi müşahidə sırası üçün 0,521 m<sup>3</sup>/san hesablanır.

Göstərilən qayda ilə Solbançayın da su sərfələri rejimləri bərpa olunub və çayın orta çoxillik su sərfi 0,303 m<sup>3</sup>/san –dən 0,768 m<sup>3</sup>/san –yə kimi dəyişir. Solbançaydan orta çoxillik su sərfi 0,482 m<sup>3</sup>/san qəbul olunub. Şəkil 2-də Solbançay üzərində tikilməsi nəzərdə tutulan kiçik su anbarının kompanovkası sxemi göstərilmişdir.

Digər tərəfdən, normativ sənədlərə əsasən hövzəsinin sahəsi 200 m<sup>2</sup>-dan kiçik olan çayların, o cümlədən Siltıqçay və Solbançayın maksimum su sərfələri aşağıdakı ifadələrdən təyin olunur:

$$Q_{1\%}=q_{1\%}\cdot\varphi\cdot H_{1\%}\cdot\delta\cdot\lambda_{p\%}\cdot F$$

burada  $q_{1\%}$ - ani maksimum axın moduludur,  $q_{1\%}=0,025$ ;  $\varphi$ -axının yığcamlıq əmsalıdır,  $\varphi=0,4$ ;  $H_{1\%}$ -günlük maksimum yağıntıdır,  $H_{1\%}=170$  mm;  $\delta$ -hövzənin göllülük

əmsalıdır,  $\delta=1$ ;  $\lambda_{p\%}$ -ani maksimum axından illik maksimum axına keçid əmsalıdır,  $\lambda_{p\%}=1$

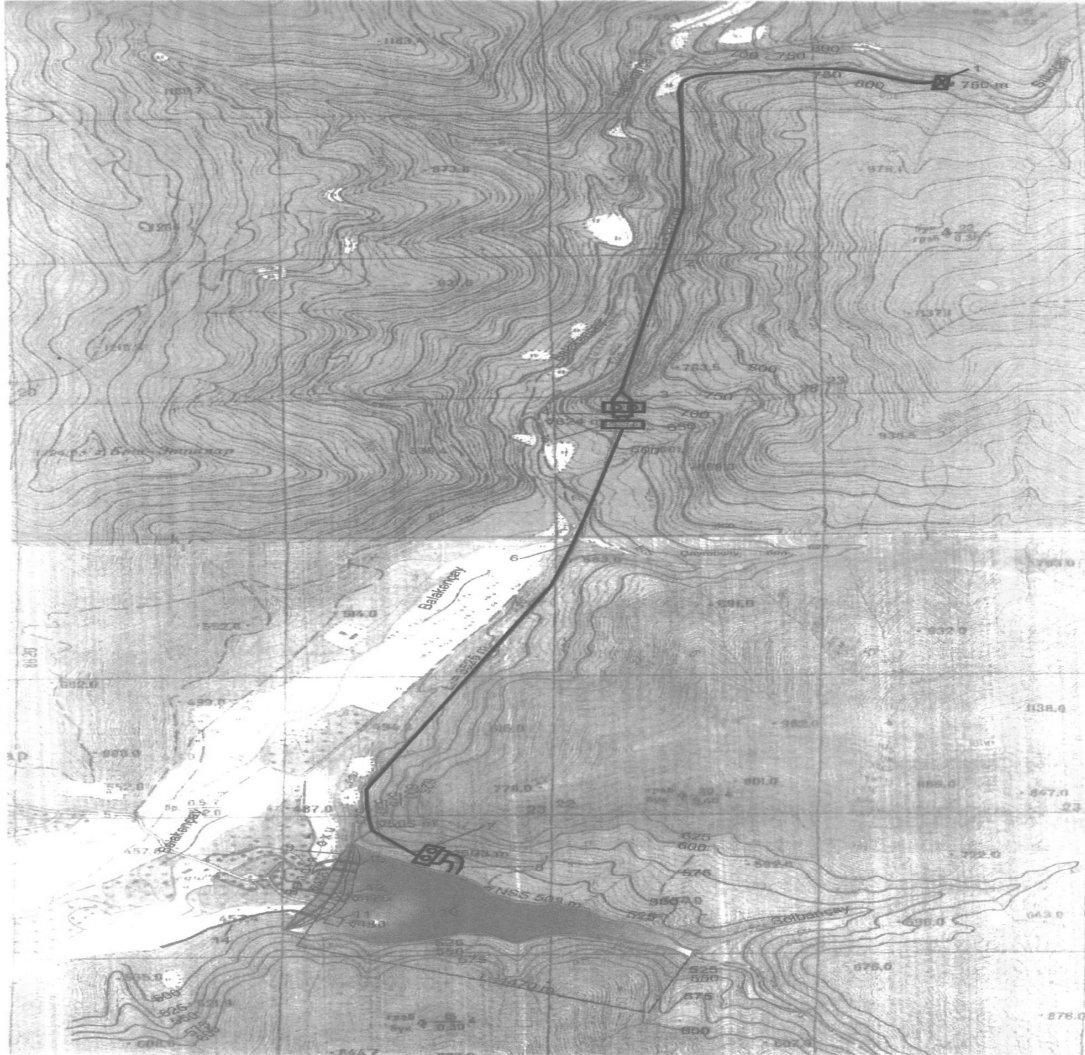
qəbul olunur;  $F$ -hövzənin sahəsidir,  $\text{km}^2$ .

Siltıqçayın hövzəsinin sahəsi  $26 \text{ km}^2$ , Solbançayın sahəsi  $24 \text{ km}^2$ -dir. Onda Siltıqçayın maksimum su sərfi üçün alırıq:

$$Q_{p\%}=0,025\cdot0,4\cdot170\cdot1\cdot1\cdot26=44,2 \text{ m}^3/\text{san};$$

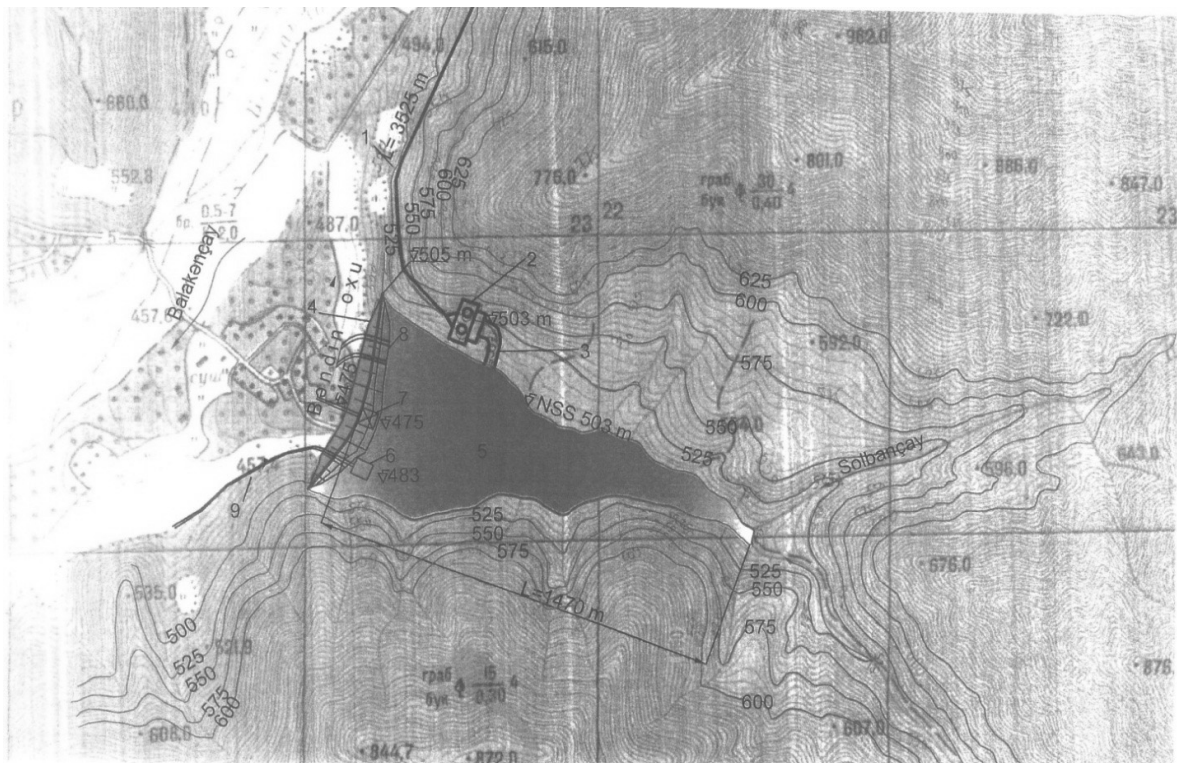
$$\text{Solbançay üçün isə } Q_{p\%}=0,025\cdot0,4\cdot170\cdot1\cdot1\cdot24=40,8 \text{ m}^3/\text{san}.$$

Verilmiş məlumatların araşdırılmış analizindən Siltıqçay və Solbançayın çoxillik orta su



Şək.1. Solbançayın üzərində su anbarının planı

1-Siltıqçay üzərində suqəbuledici qovşağ; 2-basqılı boru;  $d=600$  mm; 3-I kaskad SES; 4-suaparıcı məcrə; 5-təzyiq hovuzu; 6-basqılı boru;  $d=600$  mm; 7-II kaskad SES; 8-suaparan məcrə; 9-torpaq bənd; 10-su anbarı; 11-su kəmərininsu götürəni; 12 dib yuma şlüzü; 13-sutullayan qurğu; 14-su kəməri



Şək.2. Solbançayın üzərində su anbarının planı

1-basqılı boru; d=600 mm; 2-II kaskad SES; 3-suaparıcı məcrə; 4-torpaq bənd; 5-su anbarı; 6-su kəmərininsu götürəni;7-dib yuma şlüzü; 8-sutullayan qurğu; bənd; 9-su kəməri.

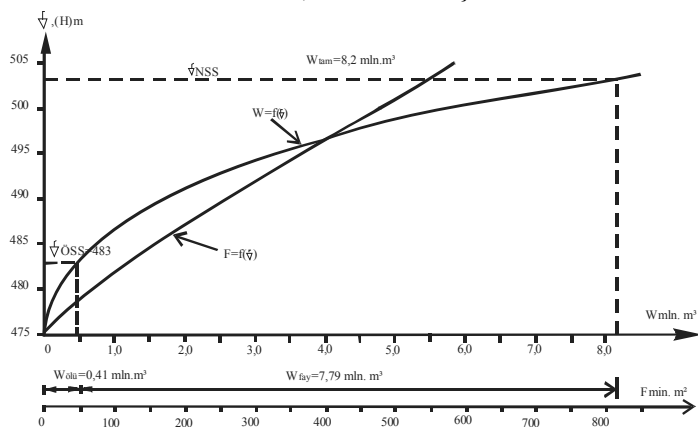
sərfini təxminən  $Q = 1,0 \text{ m}^3/\text{san}$  qəbul edilir. Həmin çayların lil gətirmələri sərfi  $G = 0,78 \text{ kq}/\text{san}$  olur. Onda Siltıqçay və Solbançay qollarında il boyu nəql olunan lil gətirmələri miqdarı  $W_{il} = 0,78 \cdot 365 \cdot 86400 = 24598 \text{ t}$  olur. Solbançayın məcrasında yaradılan su anbarında, onun xidməti müddəti  $T = 25$  ildə akkumuliyasiya olunan lil gətirmələri və yaxud su anbarının ölü həcmi  $W_{ölü} = 24598 \cdot 25 / 1,5 = 409968 \text{ m}^3$  olur. Dağ və dağətəyi çayların əksəriyyəti kəskin dəyişkənli daşqın axınları, intensiv lil gətirmələri və məcrələrinin geniş miqyasda plan və dərinlik deformasiyaları, eləcə də digər xüsusiyyətlərlə fərqlənilir. Oxşar çayların su təchizatı üçün istifadə olunmasında tələb olunan su sərfinin çaylardan fasiləsiz və dayanıqlı götürülməsi yalnız bu çayların lil gətirmələrinin zərərli lil fraksiyaları ilə əsaslı mübarizə tədbirlərinin aparılmasında mümkün olur.

Burada çayların su və lil axınlarının nizamlanması, məcrələrinin planda və dərinlik boyu baş verən deformasiyalarının qarşısının alınması tələb olunur. Bu məqsədlə həmin çayların üzərində məcradaxili və yaxud məcradan kənar su anbarları yaradılır.

Balakən şəhərinin su təchizatının ödənilməsi məqsədilə Siltıqçayın axını Solbançayın axınına tökülür. Bu çayların axınlarının nisbətən nizamlanması və onların lil gətirmələri ilə mübarizə tədbirlərinin yüngülləşdirilməsi üçün, eləcə də çaylardan tələb olunan su sərfinin fasiləsiz və dayanıqlı götürülməsini təmin etmək üçün Solbançayın üzərində, onun Balakənçaya tökülən məntəqəsində kiçik su anbarı tikilir. Bənd çinqıl-qum materialından tökülür, onun qaşının yüksəkliyi 505 m-ə kimi qaldırılır. Su anbarında normal su səviyyəsi yüksəkliyi 503 m qəbul olunmuşdur. Bəndin yuxarı yamaclıq əmsalı  $m_1 = 3$ , aşağı yamaclıq isə 2,5-dir. Torpaq bəndin qaşı boyu bəndin uzunluğu 670 m təşkil edir. Çay məcrası kəşiyinin bəndin yerləşdiyi məntəqədə ən aşağı nöqtəsinin yüksəkliyi 475 m-dir. Torpaq bəndin hündürlüyü 28...30 m-dir. Bəndin gövdəsindən keçən sızmanın azaldılması üçün onun

gövdəsində gil qrunbundan xüsusi özək düzəldilir su anbarını normal su səviyyəsində (▼ 503) su prizması həcmi 8,2 mln.m<sup>3</sup> təşkil edir.

Şək.3-də su anbarında suyun yüksəkliyindən asılı, onun güzgüsü və həcmnin qrafikləri  $F=f(\nabla)$  və  $W=f(\nabla)$  tərtib olunub verilmişdir. Bu qrafiklərdən göründüyü kimi tövsiyyə olunan Solbançay su anbarının ölü həcmi 0,41 mln.m<sup>3</sup>, faydalı həcmi  $W_{fay}=7,79$  mln.m<sup>3</sup> və tam həcmi 8,2 mln.m<sup>3</sup> təşkil edir.



Şək.3. Su anbarı dərəsində  $F=f(\nabla)$ ;  $W=f(\nabla)$  qrafikləri

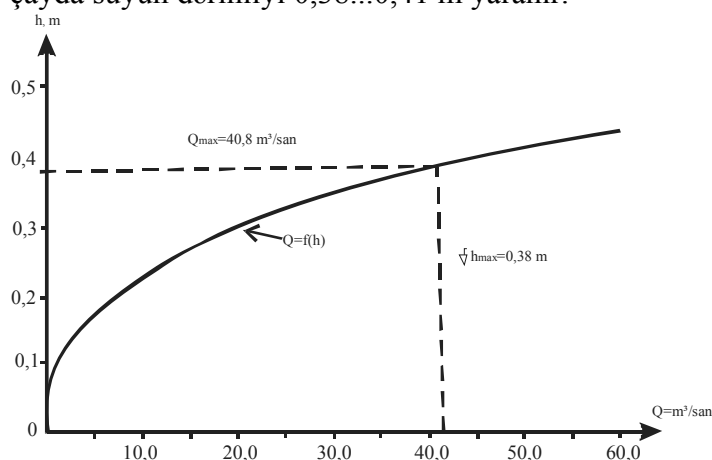
Solbançay və Siltıqçayın axınlarının akkumulyasiya olunub nizamlanması Balakən şəhəri əhalisinin və sənaye müəssisələrinin suya tələbatının ödənilməsi üçün nəzərdə tutulur. Adıçəkilən çaylardan su anbarına daxil olan su axınının orta çoxillik su sərfi  $Q=1,0$  m<sup>3</sup>/san–yə çatır. Dib yuma şlüzünün astanası yüksəkliyi ▼ 475 m-dir və burada qoyulmuş siperli suburaxan Solbançay su anbarının lil çöküntülərinin hidravliki təmizlənməsini təmin edir.

Solbançay su anbarının uzunluğu 1470 m-ə çatır. Su anbarı qovşağı tərkibində su təchizatı məqsədilə nəzərdə tutulmuş sugötürənin astanası yüksəkliyi ▼ 490 m-dir. Daşqın sutullayanın girişi astanasının yüksəkliyi ▼ 503 m-də düzəldilib.

Solbançayın aşağı byefində çayın maksimum daşqın axınının atılması ilə bağlı məcrada yaranan suyun səviyyəsi rejiminin dəyişməsi xüsusiyyətlərinin araşdırılması vacibdir. Bu məqsədlə bəndin aşağı byefində çayın xarakter məntəqəsinin en kəsiyi profili tərtib olunub, onun tələb olunan kəsiyində çayın dibdən eni b, kələ - kötürlük əmsalı  $m = 0,035$ , uzununa dib mailliyi  $i = 0,038$  təyin edilmişdir. Bunların əsasında məcrada suyun müxtəlif dərinliklərinə uyğun olaraq, çayın en kəsiyinin canlı sahəsi, islanmış perimetri, hidravliki radiusu və yaxud suyun dərinliyi, hidravliki radiusu  $R=\omega/\lambda$ , Şezi əmsalı C, axının

sürəti  $v = C\sqrt{RJ}$ , suyun məcrada sərfi  $Q=\omega v$  və yaxud  $Q=\omega C\sqrt{RJ}$  hesablanır.

Alınmış məlumatlar əsasında şək.4-də verilmiş  $Q=f(h)$  qrafiki tərtib olunur və buradan hesabat daşqın su sərfinə uyğun suyun suaparan çay məcrasında dərinliyi təyin edilir. Çayların daşqın su sərfi 40,2...45 m<sup>3</sup>/san-yə uyğun Solbançay su anbarının aşağı byefində çayda suyun dərinliyi 0,38...0,41 m yaranır.



Şək. 4. Bəndin aşağı byefində Solbançayın  $Q=f(h)$  qrafiki

Siltıqçayın göstərilən su sərfi həmin çayın 750m yüksəkliyindən götürülüb Solbançay su anbarında yaradılan ▼ 503 m normal su səviyyəsinə verilir və burada həmin səviyyələr arasında, statik basqı  $\nabla 750-\nabla 503=247$  m olur. Bu su təchizatı üçün işlədilən suyun bərpa olunan hidropotensialından istifadə olunması baxımından əlverişlidir. Uzunluğu 7050 m olan basqılı borunun üzərində iki kiçik SES- in tikilməsi məqsədəuyğundur.

KSES-larından biri iki hidroaqreqatdan ibarət  $\nabla 624$  yüksəklikdə, digəri isə identik parametrlili olub  $\nabla 503$  yüksəkliyində qoyulmuşdur(şək.1). Magistral suaparanboru  $d=600$  mm olan plastik borulardan düzəldilir. Borular boyu uzununa və yerli itkilər hesablanmış və burada  $H_{\text{netto}}=114,2$  m-dir. Onda I kaskad KSES gücü bu ifadədən tapılır:

$$N = gQH\eta,$$

burada  $g=9,81\text{m/san}^2$ ;  $Q$ - aqreqatın su sərfi,  $Q=0,5\text{m}^3/\text{san}$ , SES-nin basqısı  $H_{\text{netto}}=114,2\text{m}$ ;  $\eta$  - aqreqatın faydalı iş əmsalı,  $\eta=0,85$ .

Belə ki, I kaskad KSES-nin gücü

$$N_I = 9,81 \cdot 0,5 \cdot 114,2 \cdot 0,85 = 476,13 \text{ kvt olur}$$

I kaskadda aqreqatın gücü

$$N_I = 476,13/2 = 238,06 \text{ kvt}$$

I və II kaskad KSES –i identik olması şərtindən kaskadın KSES-nin illik enerji istehsalı  $E=2NT$ ( $T$ -SES-nin il boyu işləmə müddətidir,  $T=6000$  saat-dır) götürülür: Onda  $E=5,74$  mln.kvt saat yaranır.

Göstərilənlərdən başqa, Solbançayın üzərində nəzərdə tutulan su anbarının aşağı byefində suyun səviyyəsi yüksəkliyi  $475$  m-dir.Su anbarından su təchizatı üçün götürülən su sərfi  $Q=1\text{m}^3/\text{san}$ -yə və su anbarında suyun səviyyəsi yüksəkliyi  $503$  m olanda yaranan basqı  $28$  m olur. Onda bəndaltı KSES-da su təchizatı üçün götürülən suyun bərpa olunan enerjisindən alınan güc  $N=9,81 \cdot 1 \cdot 28 \cdot 0,85=233,48$  kvt yaranır və  $T=6000$  saat olanda onun illik enerji istehsalı  $E_{\text{il}} = NT = 233,48 \cdot 6000 = 1,4$  mln. kvt saat.

## **ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СТОКОВ р.СОЛБАНЧАЙ И СИЛТИКЧАЯ ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ВОДОСНАБЖЕНИЕ ГОР.БАЛАКЕН**

**Беширов Ф.Б., Гаджиалиев А.Т.**

*АзНИИ Водных Проблем, г.Баку, feyruz.beshirov@mail.ru*

### **РЕЗЮМЕ**

В статье даются возможности использования потоков воды р.р.Солбанчай и Силтикчая для удовлетворения потребности водоснабжения населения и промышленности города Балакен. Для этой цели рекомендуется регулирования стоков указанных рек в намечаемое для строительства на реки Солбанчай водохранилище.

## **PAYMENT PERSPECTIVES OF WATER SUPPLY OF BALAKEN CITY FROM SOLBANCHAY AND SILTICHAY FLOWS**

**Beshirov F.B., Hacialiyev A.T.**

*AzSR Institute of Water Problems, Baku City, feyruz.beshirov@mail.ru*

### **SUMMARY**

Payment perspectives of water supply of industry enterprises and Balakan city is shown from Solbanchay and Siltiqchay in the article. The accumulation of the reservoir of those river flows built over the Solbanchay and its usage possibilities are used for water supply of above-mentioned city.

## НОВОЕ БЕРЕГОУКРЕПИТЕЛЬНОЕ СООРУЖЕНИЕ

**Икромов Илхом И.**

*Таджикский аграрный университет им. Ш.Шохтемур  
Республика Таджикистан, г. Душанбе*

Защита населённых пунктов, промышленно-гражданского строительства, земель сельскохозяйственного назначения и т. д. от селевых потоков является, на данный момент, актуальнейшей задачей. Так как ежегодно в период половодья, селевые потоки, вызванные особенно ливневыми, а иногда и продолжительными дождями невысокой интенсивности, выходя из берегов водо- и селепропускных сооружений приносят огромный материально – финансовый ущерб и даже приводят к человеческим жертвам.

Существуют различные способы и конструкции сооружения для крепления берегов водо- и селепропускных сооружений: габионы, сипай, шпоры, струенаправляющие дамбы и др.

Применение габионов и сипай для крепления берегов очень просты и, главное в основном применяются местные материалы. Однако, их строительства не индустриализованы и трудоёмки. Кроме того, при этом увеличивается продолжительность производства работ по креплению берегов.

Применение берегозащитных шпор устраняет вышеперечисленные недостатки, способствует индустриализации строительства и таким образом снижает трудоёмкость и продолжительность строительства берегоукрепительных сооружений. К таким сооружениям и устройствам можно отнести, например, берегоукрепительные подпорные стены и устройство следующих конструкций [2, 4, 5, 6, ] и многие другие.

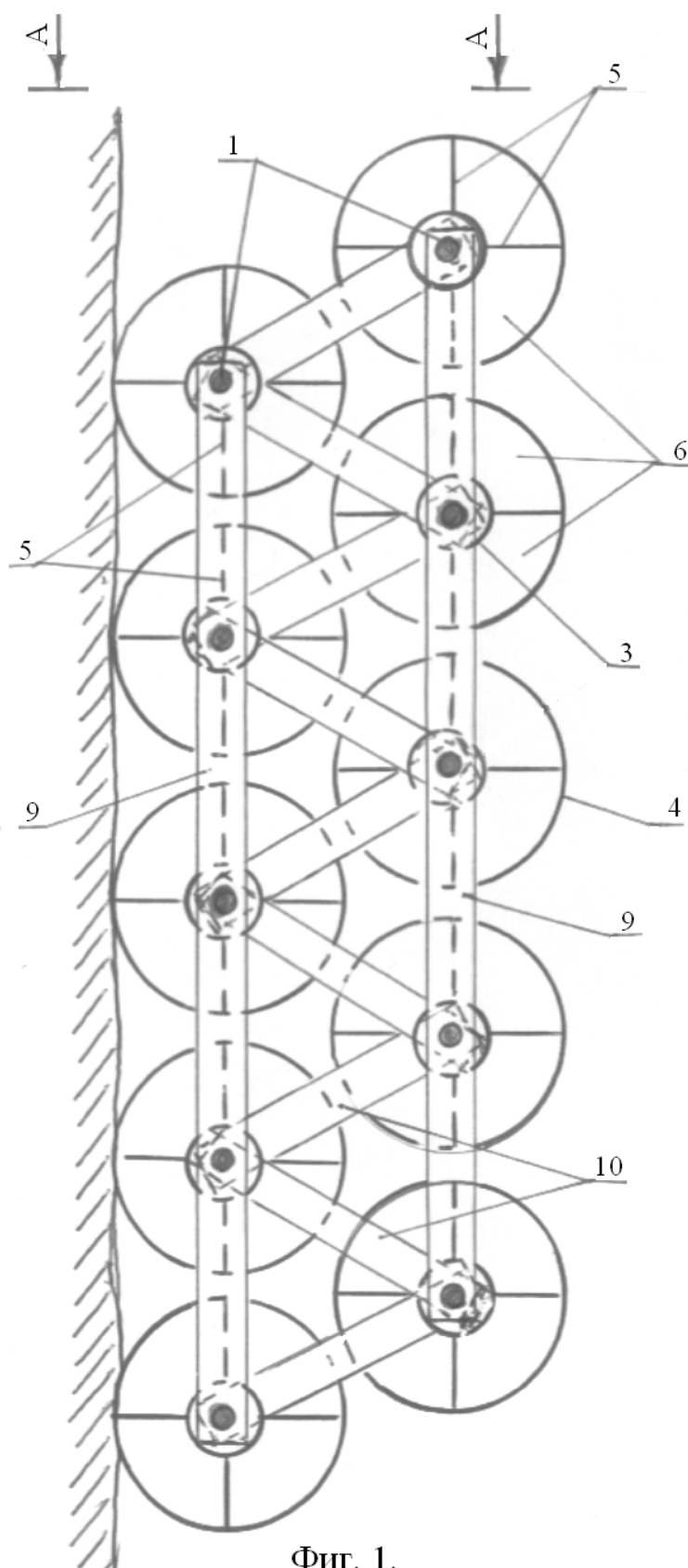
Так например, известная берегозащитная шпора по А. С. № 1486550, выполнена из свай, на которые насажены блоки, образующие камеры гашения. Блоки выполнены в виде пустотелого короба с диагонально расположенными ребрами, с отверстиями, выполненными в шахматном порядке, и связанными между собой гибкой связью [1]. При этом сваи и блоки выполнены из железобетона в заводских условиях.

Недостатками данной берегозащитной шпоры, так и другие вышеперечисленные сооружения и устройства, заключается в сравнительно низкой их эксплуатационной надёжности.

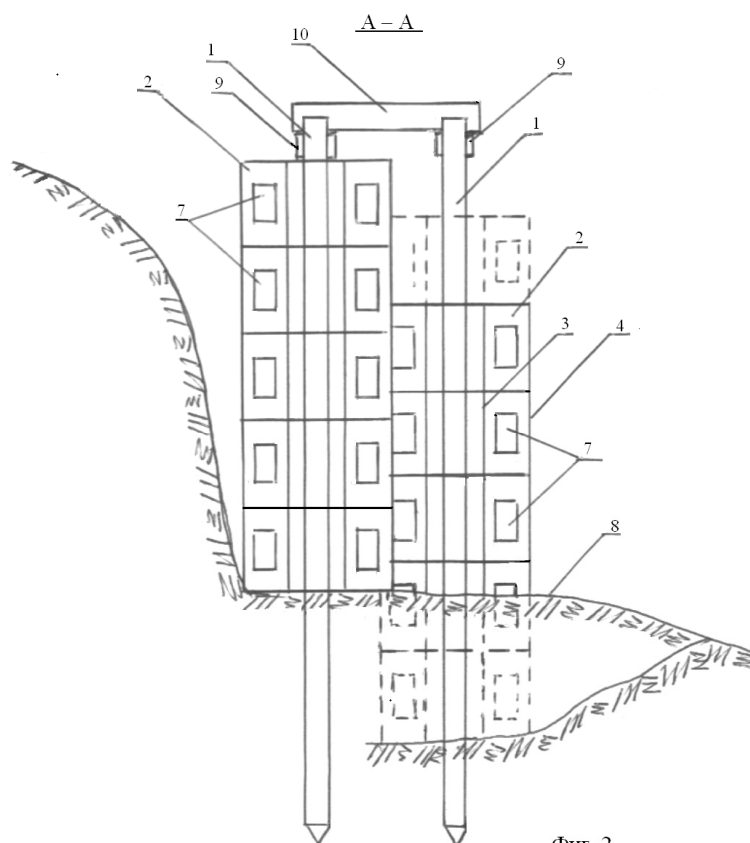
Для устранения вышеуказанного недостатка и обеспечение устойчивости и эксплуатационной надёжности берегоукрепительных сооружений нами разработано сооружение для крепления берегов [3], состоящего из свай, расположенных в шахматном порядке, на которые насажены цилиндрические блоки с внутренними и внешними стенками, выполненными воедино и связанными между собой диагонально расположенными рёбрами. Причём каждый цилиндрический блок имеет четыре камеры гашения с закрытым дном, образующиеся между стенками и соседних рёбер, а в наружной стенке каждой камеры гашения выполнены окошки и, оголовки свай связаны между собой продольными и поперечными насадками, образующие статически устойчивой треугольной системы.

На фиг. 1 изображено разработанное сооружение для крепления берегов в плане; на фиг. 2 – то же, поперечный разрез; на фиг. 3 – цилиндрический блок.

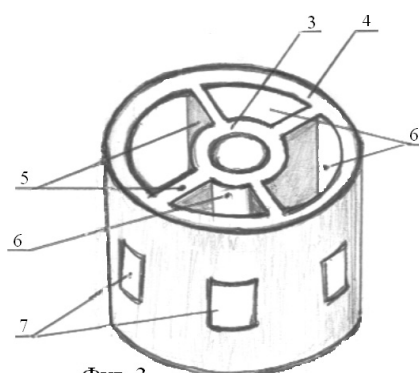
Сооружение для крепления берегов выполнено из свай 1, расположенных в шахматном порядке, на которые насажены цилиндрические блоки 2. Цилиндрические блоки



Фиг. 1.



Фиг. 2.



Фиг. 3.

2 имеют внутренний 3 и наружный 4 стенки, связанные между собой диагонально расположенными рёбрами 5 и, выполненные воедино. Каждый цилиндрический блок имеет четыре камеры гашения 6 с закрытым дном, образующиеся между внутренними 3 и наружными 4 стенками и соседних рёбер 5, а в наружных 4 стенках каждой камеры гашения 6 выполнены окошки 7. Сваи 1 забиты так, что между цилиндрическими блоками 2 насаженными на них, остаются некоторое пространство способствующие свободному их сползанию вниз под собственным весом. Диаметр свай 1 меньше внутреннего диаметра цилиндрического блока 2. По мере подмыва дна 8 цилиндрические блоки 2 постепенно сползают вниз и сохраняют своё назначение. Для обеспечения устойчивости сооружения оголовки свай рядом расположенных рядов закреплены продольными 9 и поперечными 10 насадками, которые образуют статически устойчивую треугольную систему. Сооружение устраивается вдоль берега в местах возможного размыва в двух – трёх и более рядов. Низ свай забиваются ниже глубины возможного размыва не менее чем 1,5 м.

Разработанное нами сооружение для крепления берегов работает следующим образом.

В водотоке, поток воды, встречаясь с первым рядом расположенных свай с насаженными на них цилиндрическими блоками, частично гасит свою энергию и, проходя по его телу, встречает следующий такой ряд. В результате энергия потока воды полностью гасится. При этом поступившие, через окошки, вместе с водой взвешенные и донные наносы в камеры гашения, из-за низкой скорости воды в последнем, там осаждаются. Таким образом, закрытое дно камеры гашения и осаждение взвешенных наносов в нём способствуют предотвращению образования промоин, что является *отличительной особенностью* предлагаемого сооружения от него подобных.

В случае образования местного размыва, цилиндрические блоки под собственным весом сползают вниз и заполняют его, и тем самым защищают берег от размыва.



Освободившая верхняя часть свай заправляется новыми цилиндрическими блоками. Для этого вначале с оголовков свай снимают продольные и поперечные насадки, а затем после заправки свай цилиндрическими блоками, их заново вставляют.

При производстве берегоукрепительных работ размеры свай и цилиндрические блоки определяются для каждого конкретного случая отдельно. Учитываются при этом почвенно-геологические и гидрологические условия и возможная глубина размыва водотока.

Предложенное сооружение для крепления берегов обеспечивает повышению устойчивости и эксплуатационной надёжности берегоукрепительных и берегозащитных сооружений.

### **Список литературы**

1. Бакиев Р.М. и Икрамова М.Р. Берегозащитная шпора /Авторское свидетельство СССР № 1486550 А 1, Е 02 В 3/04, 1989. Бюл. № 22.
2. Габибов Ф.Г., Туркия А.В., Агаев И.А., Гулиев Ш.Ш. и Алиев М.Р. Берегоукрепительная подпорная стена /Авторское свидетельство СССР № 1682450 А1, Е 02 В 3/06, 1991. Бюл. № 37.
3. Икромов Илх. И., Икромов И.И. Сооружение для крепления берегов / Малый Патент № ТЖ 462, 2011г. Бюл. № 65. Душанбе, 2011.
4. Разаков Р.М., Бурцев Ю.П., Хамидов З.Л. и Давыдов С.Н. Берегозащитное устройство / Авторское свидетельство СССР № 638663, Е 02 В 3/12, 1978. Бюл. № 47.
5. Сичинава О.А. Устройство для предохранения берегов от размыва / Авторское свидетельство СССР № 829762, Е 02 В 3/04, 1981. Бюл. № 18.
6. Таварткиладзе А.Д. Сооружение для защиты берегов / Авторское свидетельство СССР № 1698349 А 1, Е 02 В 3/12, 1991. Бюл. № 46.

## **НОВОЕ БЕРЕГОУКРЕПИТЕЛЬНОЕ СООРУЖЕНИЕ**

**Икромов Илхом И.**

*Таджикский аграрный университет им. Ш.Шохтемур  
Республика Таджикистан, г. Душанбе*

### **РЕЗЮМЕ**

В статье описываются некоторые конструкции сооружения для крепления берегов водохранилищ и селесбросов их достоинство, и характерные недостатки. Приводятся также описание и принцип работы разработанного автором нового берегоукрепительного сооружения, обеспечивающее предотвращение отмеченных недостатков существующих сооружений. Практическое применение нового сооружения позволяет повысить индустриализации производство составляющих элементов берегоукрепительного сооружения и его строительство, повысить также его устойчивость, эксплуатационную надежность и эффективность берегоукрепительных работ.

## **NEW COAST-PROTECTING STRUCTURE**

**Ikromov Ilhom I.**

*Tajik Agrarian University Named Shirinsho Shotemur, Republic of Tajikistan, Dushanbe*

### **SUMMARY**

In the article described some constructions of building for fastening of banks of spillway and an up cast sat down their dignity, and characteristic defects. Description over and principle of work of the new coast-protecting structure worked out by an author, providing prevention of the marked lacks of existent building, are brought also. Practical application of new building allows promoting industrializations production of making elements of coast-protecting structure and his building, to promote his stability, operating reliability and efficiency of coast-protecting works also.

## YAĞIŞ SULARININ İDARƏ OLUNMASINDA İNNOVATİV METODLARIN TƏHLİLİ

**Mehdiyeva N.Q.**

*Bakı Mühəndislik Universiteti, Bakı şəhəri, mehdiyevanigar24@gmail.com*

Yağış sularının idarə olunması şəhər və ya kənd sahələrində subasmaların, kənd təsərrüfatında torpaq eroziyasının qarşısını almaq üçün vacib sahədir. Həmçinin, kanalizasiya sistemlərinin daşması ətraf mühitə ciddi zərər vurur və onun çirklənməsinə səbəb olur.

Bakıda ötən əsrin 60-cı illərindən bəri yağış və digər yerüstü suların idarə olunması ilə bağlı ciddi mühəndislik tələbləri həyata keçirilmişdir. Hazırda yağış və çirkab suları üçün mövcud sistem Bakı əhalisinin sayına adekvat deyildir. Yağış sularının ənənəvi idarə olunma modeli yanlış anlayışa əsaslanmışdır. Anlayışa əsasən, kanalların və boruların köməyi ilə şəhərdə toplanan suların mümkün qədər tez boşaldılması hədəflənir ki, bu da axınları və idarəetmə xərclərini artırır. Bu tip həll yolu subasma problemlərini hövzənin yalnız bir bölməsindən digərinə köçürür. Şəhər axınları çox miqdarda bərk cisimlərdən, yüksək konsentrasiyalı metallardan və digər zəhərli komponentlərdən ibarətdir. Şəhər ərazilərində yağış sularını axıtmaq üçün istifadə olunan ənənəvi yağış suyu toplama sistemləri isə yağış sularını sürətli şəkildə ayrı və ya birlikdə quraşdırılmış kanalizasiya sistemi ilə ərazidən uzaqlaşdırır. Bu halda, yağış sularının torpağa sızmasının gözlənilmədən daşınması nəticəsində; yeraltı suların kifayət qədər qidalanmaması, şəhər ərazilərindən yağış sularıyla daşınan çirkləndiricilərin axıldığı alıcı suları çirkləndirməsi, güclü yağışlarda ənənəvi yağış suyu toplama sistemlərinin kifayət etməməsi ilə birlikdə subasma və eroziya prosesinin baş verməsini sürətləndirir.

Şəhər ərazisində keçiriciliyi olmayan səthlərin artması və yaşıllıq sahələrin bunun əksinə azalması nəticəsində yağış yağdıqdan sonra yağış suları torpağa kifayət qədər infiltrasiya oluna bilmir. Digər tərəfdən, evotranspirasiya (buxarlanma) miqdarı azalır və səthdən axan suların miqdarı əhəmiyyətli dərəcədə artır. Bu vəziyyət ilə birgə artıq miqdarda toplanmış yağış suyu sərt səthlər boyunca axır və sıxlığı az olan ərazilərdə toplanır. Sıxlığı az olan sahədə toplanan yağış suları ciddi narahatlıqların (subasma hallarının) yaranmasına səbəb olur. Bu problemlərin minimuma endirilməsi məqsədi ilə, şəhər ərazilərində yağış sularının davamlı idarə olunması günümüzün ən aktual məsələlərindən biridir.

Avstraliya mənşəli Suyu Həssas Şəhər Dizaynı (Water Sensitive Urban Design (WSUD)), İngiltərə mənşəli Davamlı Şəhər Drenaj Sistemləri (Sustainable Urban Drainage Systems (SUDS)) və ABŞ mənşəli Az Təsirli İnkişaf (Low Impact Development (LID)) bu inkişaf modellərdən ən çox tətbiq olunanlardır [2, 3].

Yağış sularının davamlı idarə olunması modelinin əsas prinsipləri aşağıdakılardır:

- Şəhər ərazisində hidroloji funksiyaların qorunması;
- Yağış sularının yeraltı sulara qarışmasını təmin etmək;
- Yağış suyunun toplanmasında konstruktiv həll yollarının yerinə, ekoloji həll yollarına üstünlük verilməsi.

Hər modeldə səth sularının idarə etmək üçün istifadə olunan üsullar oxşardır.

Şəhər ərazilərində davamlı idarəetmə məqsədi ilə ən çox istifadə olunan üsullar aşağıdakılardır:

### **1. Yağış bağçası (bioloji saxlama sahəsi).**

Yağış sularının hər hansı bir təsirə məruz qalmadan birbaşa yönləndiyi və üzərində bitkilərin əkildiyi sıx çuxur sahələrinə “Yağış bağçası” və ya başqa sözlə “bioloji saxlama sahəsi (bioretention)” adı verilmişdir. Yağış bağçası toplanmış yerüstü axınların yaxşılaşdırılmasını təmin edərək, yaxın ətraf üçün suyun keyfiyyətini artırır [3].

Dam örtükləri, avtomobil yolları, piyada yolları, avtomobil parkları kimi sərt sahələrdən yağışdan sonra yaranan səth axımı ilə birlikdə gələn suların birbaşa yağış bağçasına yönləndirilməsi ilə, bütün səthin yağış suları ilə əhatə olunması təmin edir. Yağış bağçasına gələn səth axınları suyun səviyyəsini artırır və burada göl əmələgəlmə prosesi baş verir. Bu proses yağışın intensivliyindən, suyun infiltrasiya qabiliyyətindən, bitki örtüyündən və yağış bağçasının quruluşundan asılı olaraq dəyişir. Adətən, səth axımının sürəti suyun infiltrasiya sürətindən çox olduğundan ilk mərhələdə 5-10 sm-lik göl əmələ gəlir. Daha sonra isə su aşağı sürətlə yağış bağçasının bazasından torpağa doğru süzülür.

Yağış bağçası qumlu torpaqlardan gilli torpaqlara qədər müxtəlif torpaq tiplərində, fərqli iqlim şəraitində, mənzil bağçasından avtopark sahələrinə qədər bir çox ərazilərdə yaradıla bilər.

Şəhər ərazilərində yağan yağışdan sonra səth axımının miqdarının azaldılması, yeraltı suların qidalanmasının yaxşılaşdırılması və çirkləndiricilərin alıcı sulara çatmadan tutulması məqsədi ilə istifadə olunan yağış bağçaları, mənzil sahibləri, bələdiyyələr və digər ictimai yerlər üçün son dərəcə sadə və səmərəli bir yağış suyu idarəetmə vasitəsidir [3, 6].

### **1.1. Yağış bağçası üçün ərazi seçimi.**

Yağış bağçasının ərazisi seçilərkən aşağıda qeyd olunmuş meyarlara nəzərə alınmalıdır [1, 3]:

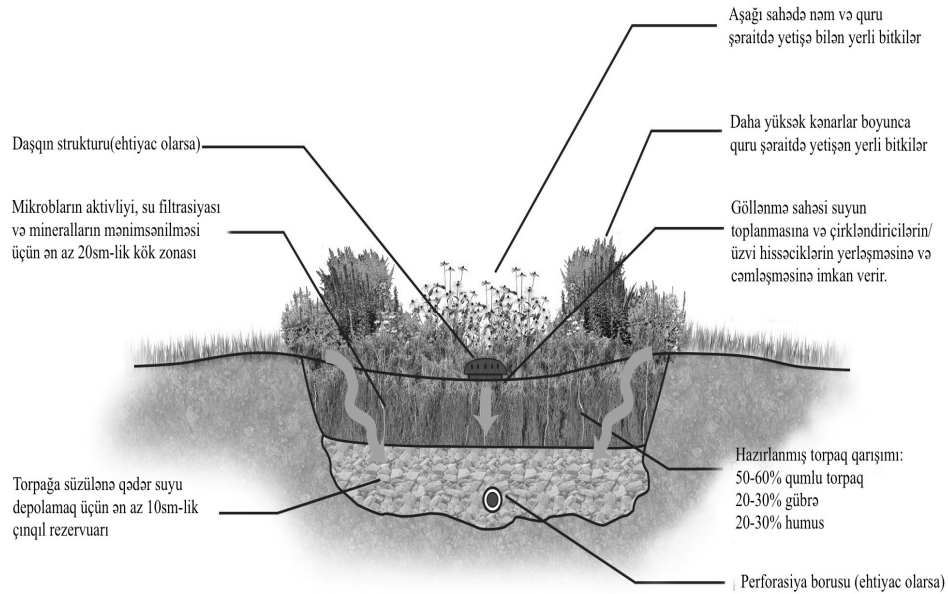
- Ərazinin maililiyi ən az 12%-ə qədər olmalıdır. Dik ərazilərdə su çox sürətli süzülür və əlavə qazıntı işləri tələb olunur;
- Yağış bağçası tətbiq sahəsində meydana gələ biləcək septik sistemlərin üzərində ya da yaxınlığında qurulmamalıdır;
- Üzərində davamlı su saxlayan və infiltrasiya qabiliyyəti aşağı olan sahələrə yağış bağçası təsis edilməməlidir.;
- Tətbiq sahəsində birbaşa günəş şüalarına məruz qalan açıq ərazilər seçilməlidir (ağac kölgəlikləri seçilməməlidir). Bundan əlavə, böyük ağacların köklərinin zərər görməməsi üçün ağac kölgəliklərinin altına yağış bağçası tətbiqi edilməməlidir;
- Yeraltı suların səviyyəsi yüksək olan sahələrə yağış bağçası tətbiqi edilməməlidir.

### **1.2. Yağış bağçasının ölçüləri.**

Hər hansı bir sahəyə tətbiq olunacaq yağış bağçasının böyüklüyünə qərar verərkən diqqət edilməsi lazım olan ən əhəmiyyətli məqam yağış və yağış sonrası ortaya çıxan səth axımının miqdarıdır. Tətbiq sahəsindəki torpaq gilli quruluşa malikdirsə, sızma sürətinin aşağı olması səbəbi ilə qumlu və lilli torpaq sahələrinə nisbətən daha böyük ölçülərdə yağış bağçası qurulmalıdır. Buna əsasən, yağış bağçası tətbiq olunacaq sahənin torpaq strukturunun analizinin edilməsi, torpağın sukeçiricilik qabiliyyətinin müəyyən edilməsi və maye keçiriciliyi cəhətdən test edilməsi olduqca əhəmiyyətlidir. Bundan başqa diqqət edilməsi lazım olan məsələlərdən biri də drenaj sahəsinin böyüklüyüdür. Drenaj sahəsi böyüdükcə, mütənəsib olaraq yağış bağçasının ərazisi də böyüyür. Yağış bağçasının səthinin sahəsini tapa bilmək üçün drenaj sahəsindəki ümumi səth axım miqdarını yağış bağçasının dərinliyinə bölmək lazımlıdır. Bu baxımdan, drenaj sahəsindəki ümumi səth axımının miqdarı rəşional üsul və əyrilik nömrəsi kimi səth axım miqdarının ehtimal edildiyi üsullarla hesablanmalıdır. Yağış bağçalarının ölçüləri ilə əlaqədar olaraq hazırda kompüter dəstəqli hesablamalardan istifadə edilir. Tipik bir yağış bağçasının səth sahəsinin böyüklüyü, bütün drenaj hövzəsinin böyüklüyünün 3%-i ilə 10%-i arasında dəyişir.

Yağış bağçasının dərinliyi 7-20 sm aralığında olmalıdır. Dərinliyi müəyyən edən ən vacib faktor sahənin maililiyidir. Optimum maililik 10% -ə yaxın olmalıdır. Maililikdən asılı olaraq, dərinlik aşağıdakı kimi olmalıdır:

- Maililik 4%-dən aşağıdırsa, yağış bağçasının dərinliyi 7-12 sm;
- Maililik 5-7% aralığındadırsa, yağış bağçasının dərinliyi 15-18 sm;
- Maililik 8-12% aralığındadırsa, yağış bağçasının dərinliyi 20 sm olmalıdır.



Şəkil 1. Yağış bağçasının nümunəsi.

## 2. Yaşıl dam örtükləri.

"Canlı dam örtüyü" və ya "dam örtüyü bağçası" olaraq da adlanan yaşıl dam örtükləri düz, yaxud maili dam üzərində yerləşən nazik bitki təbəqəsindən və böyüyən orta təbəqədən ibarətdir. Daha çox ekstensiv və intensiv növ dam örtüklərindən istifadə olunur[4].

Yaşıl dam örtüklərinin quraşdırılmasının üstünlükləri aşağıdakılardır:

- Yağış suyunun idarə olunması: Yağış sularının axımını azaldaraq, kanalizasiya sisteminə daha az su yönləndir. Yaşıl dam örtükləri üzərindəki axımın 15-90%-nin qarşısını alır. Böyüyən orta təbəqənin tipindən və bitki örtüyünün müxtəlifliyindən asılı olaraq bu axımın 50-60%-i absorbsiya oluna bilər.

- Enerji konservasiyası: Qışda evin istiliyini, yayda isə sərinliyini təmin etmək üçün lazım olan enerji ehtiyacını azaldır. Torpağın quraqlıq dövrünü keçirdiyi zamanda bitki örtüyü və sıxılmış hava kütləsi binanın izolyasiyasına əlavə olaraq 25% həcmdə kömək edir. Bundan əlavə, bitkilərin təbii buxarlanma prosesi yay aylarında dam örtüklərinin soyumasına səbəb olur.

- Şəhər istilik adası: Kənd ərazilərinə nisbətən, şəhər ərazisi daha isti hava ilə xarakterizə olunan mikroiqlimə malikdir. Yaşıl dam örtükləri istiliyi absorbsiya edir, bununla da, şəhər istilik adası effektinin azalmasına kömək edir.

- İqtisadiyyat: Yaşıl dam örtükləri düzgün şəkildə quraşdırılırsa, standart dam örtüyünün ömrünü 3 dəfə artırır. Həmçinin, örtüklərin səthini ultrabənövşəyi şüalardan, geniş spektrli istilik dalğalarından və səth aşınmasıyla əlaqəli dağılmalardan qoruyur.

- Havanın keyfiyyətində irəliləyişlər: Bitkilərin fotosintezi karbon dioksidin mənfi təsirlərini azaldaraq oksigen hasil edir.

- Səs adsorbsiyası: Yaşıl dam örtükləri damın aşağı sahələrindəki səs-küy təsirinin azaldılmasında izolyator rolunu oynayır.

### 2.1. Ekstensiv yaşıl dam örtükləri.

Ekstensiv yaşıllaşdırmanın məqsədi minimum diqqət tələb edən və az ağırlıqlara malik təbəqələrlə təbii mühitin meydana gətirilməsidir. Bu tip səthlərdə əsasən sedum bitkisinin növlərindən istifadə olunur.

Ekstensiv yaşıl dam sistemləri üçün ayrı-ayrı funksiyalara sahib çox laylı sistemlər seçilir. Bitki daşıma, filtrasiya, drenaj və su mühafizə layları fərqli funksiyalara sahib olan və ekstensiv sistemlərdə istifadə edilməsi lazım olan əsas hissələrdir [4, 7].

Vegetasiya layı daxilində üzvi nisbəti aşağı olan mineralları saxlayan substratdan ibarətdir.

Bitkilər tərəfindən mənimsənilə bilməyən su lazımsız olduğundan, təhlükəsiz bir şəkildə atqı borularına yönləndirilməlidir. Bu funksiyani yerinə yetirməsi üçün su mühafizə rezervuari mövcud müvafiq drenaj lövhəsi seçilməlidir. Seçilmiş drenaj lövhəsi ilə substrat layı arasında mütləq filtrasiya pərdəsi istifadə edilməlidir. Filtrasiya pərdəsi kiçik hissəciklərin keçməsinə kömək edərək, drenaj funksiyasının uğurlu şəkildə başa çatmasını təmin edir. Yaşıl dam örtüklərində ağırlıq əsasən istifadə olunacaq substratdan və bitki layından asılı olaraq dəyişir. Sedum bitkisi ilə yaradılan yaşıllaşdırmada ən azı 6 sm substrat istifadə olunmalıdır. Bitki, filtrasiya, drenaj və su mühafizə layları təxminən 70-100 kg/m<sup>2</sup> aralığında ağırlığı əhatə edir. Sedum bitkisi və quru mühitə uyğunlaşmış kolluqlar seçilərsə, bitki kökləri üçün 6-15 sm uzunluq və buna uyğun olaraq 70-150 kg/m<sup>2</sup> ağırlıq nəzərdə tutulmalıdır [4].

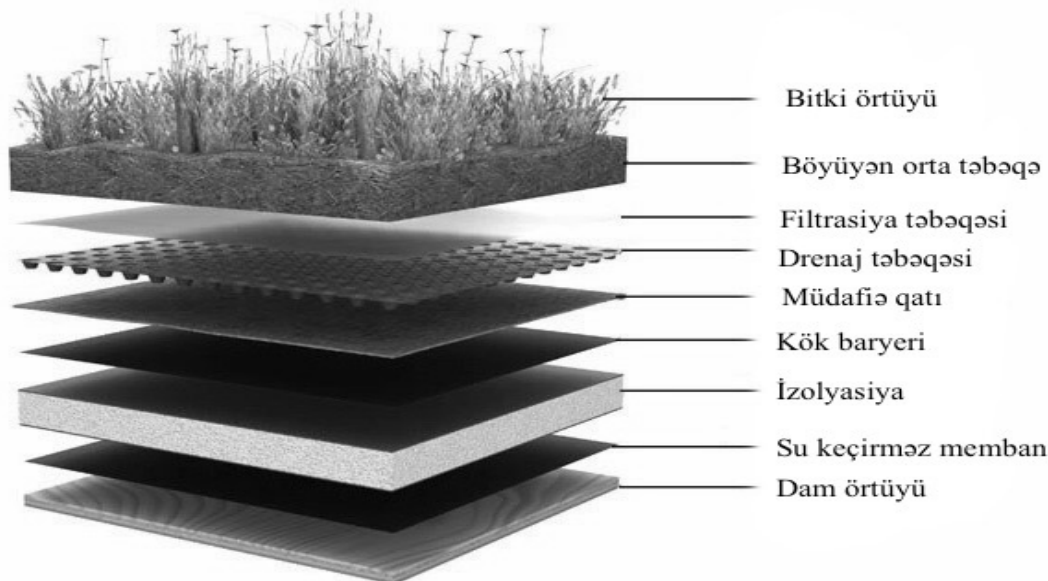
Ekstensiv yaşıl dam sistemlərinin baxımı asan olsa da, bəzi hallarda baxım tələb edir. Zərərli bitkilərin nizamlı aralıqlarla təmizlənməsi və lazım olduğu təqdirdə bitkilərə gübrə verilməsi baxım işlərinin əsasını təşkil edir. Bir çox ekstensiv sistemlərdə əlavə suvarmaya ehtiyac olunmur. Lakin, uzun müddətli quraqlıq dövründə əlavə suvarma ilə müdaxilə oluna bilər. Xüsusilə yeni əkilən bitkilər torpaqdan yüksəlib səthi əhatə edənə qədər diqqət tələb edə bilirlər. Daha sonra yaz və payız fəsiləri daxil olmaqla il ərzində iki dəfə nəzarət kifayətdir.

## 2.2. İntensiv yaşıl dam örtükləri.

Burada əsasən diqqət edilməsi lazım olan ünsürlər seçim edilən ağac kimi, nisbətən böyük bitkilərin sabitlənməsi və fəsadlar ilə əlaqəli əks olunmalar nəticəsində meydana gələn mənfi təsirlərdir.

İntensiv yaşıl dam sistemlərinin planlaşdırılması, xüsusilə də layihəyə görə ediləcək bitki seçimi mövzuyla əlaqədar ekspertlik tələb edir. Bitki təbəqəsi ilə əlaqədar yüksəklik ölçüləri təyin olunarkən ağac kimi çox inkişaf etmiş köklərə sahib bitkilərdə "Uzunluq / 10 = substrat yüksəkliyi" düsturu nəzərə alınmalıdır. Ot örtüyü kimi bitkilər üçün 20 sm substrat yüksəkliyi idealdir. İntensiv sistemlərdə yüksəkliyi 20 sm və daha artıq olan dam örtükləri üçün 300 kg/m<sup>2</sup> və daha artıq ağırlıq nəzərdə tutulur [4].

Substratlardakı yüksək su daşıma tutumuna baxmayaraq, intensiv sistemlərin və xüsusilə də çəmənlərin quraqlıq dövrlərində nizamlı olaraq sulanması lazımdır. Hər bağçada olduğu kimi dam örtüyü bağçasında da bitkilərin inkişafı ediləcək baxım keyfiyyətiylə birbaşa əlaqəlidir. İntensiv sistemlərdəki geniş bitki seçimi səbəbi ilə baxım işləri istifadə edilən bitki örtüyünə uyğun olaraq proqramlaşdırılmalıdır.



Şəkil 2. Yaşıl dam örtüyü nümunəsi.

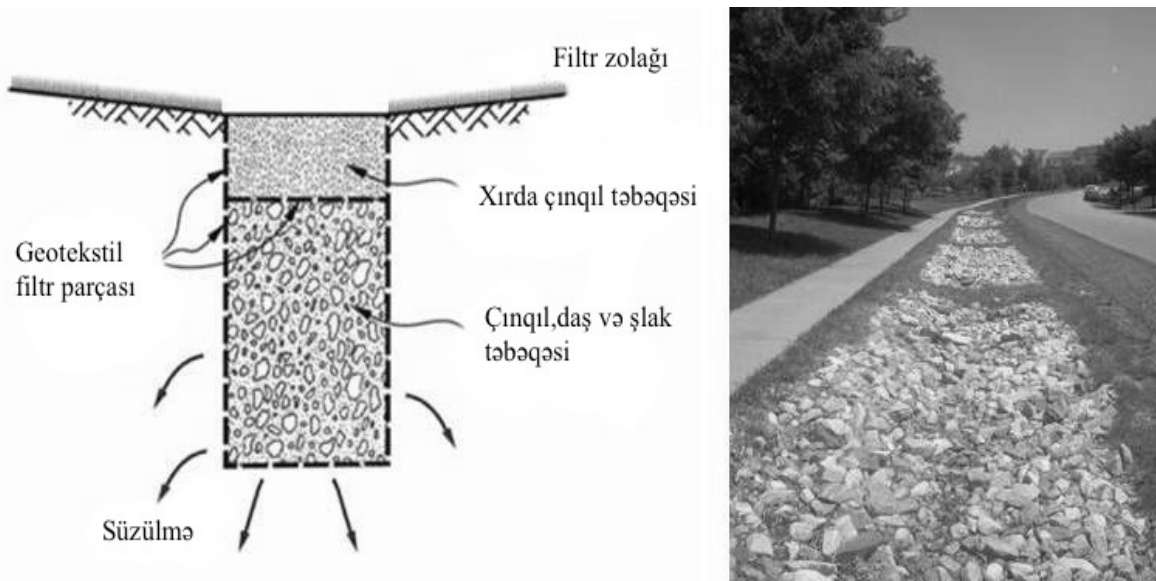
### 3.İnfiltrasiya xəndəkləri.

İnfiltrasiya xəndəkləri yağış sularından yeraltı rezervuar yaratmaq məqsədilə hazırlanmış sahələrdir. Yağışdan sonra axıntı bir neçə gün ərzində tədricən xəndəyin alt və yan hissələrindən torpağın alt qatlarına doğru süzülür. Axınların qonşu su keçirməyən səthdən maili axıma keçməsi daha yaxşı nəticə verə bilər. Amma axımlar mənbə nöqtələrindən də qəbul edilə bilər [9].

**İnfiltrasiya xəndəklərinin** üstünlükləri aşağıdakılardır:

- Drenaj sahəsindən gələn axımların sürətini azaldır;
- İnfiltrasiya alıcı hissəyə axıdılan çirkləndirici kütlənin azalmasını təmin edir;
- Yol kənarlarına asanlıqla quraşdırmaq mümkündür.

İnfiltrasiya xəndəkləri torpaqda su səviyyəsini və yeraltı suların axım sürətini artırır, eləcə də yağış sularının axım sürətini azaldır. Hissəcikləri və həll olmuş çirkləndiriciləri kənarlaşdırmaq qabiliyyəti, əsasən yerli torpağın geokimyəvi xüsusiyyətindən asılıdır. Torpaq sürüşməsinin qarşısını almaq üçün xəndəyin üzərini geotekstil parça ilə örtmək məqsədəuyğun hesab edilir.



Şəkil 3.İnfiltrasiya xəndəyi nümunəsi.

Hazırda, dünyada baş verən iqlim dəyişmələri ilə əlaqədar olaraq yaranan ekoloji problemlərindən biri kimi ani və şiddətli yağan yağışları göstərmək olar. Bu yağışlar nəticəsində, sərt səthlərin yaşıl sahələrdən çox olduğu şəhər ərazilərində yağış sularının sürətlə səth axımları ilə birlikdə uzaqlaşması və çox az miqdarda süzülməsi nəticəsində subasma problemləri yaranır. Normadan artıq yağan yağışlar nəticəsində səthə və dam örtüklərinə yağan yağış suyunun subasma hallarına səbəb olmadan, sürətli və səmərəli şəkildə idarə olunması böyük əhəmiyyət kəsb edir. Bu idarə üsulları ənənəvi üsul, yəni yağış sularının drenaj şəbəkəsi ilə uzaqlaşdırılması yerinə, səth axımlarının sürətini azaldacaq və süzülməni artıracaq üsulların həyata keçirilməsi şəhər ərazilərində yağış sularının idarə edilməsinin davamediciliyi və effektivliyi baxımından zəruridir.

#### Ədəbiyyat siyahısı

1. Ashworth Environmental Design 2015. Rain Gardens for Nashville-Make the most of the rain that falls on your property. The Nashville District of the US Army Corps of Engineers and the Metropolitan Government of Nashville and Davidson County's Department of Water and Sewerage Services, USA, p. 20.

2. Department of Environmental Protection Bureau of Watershed Management 2006. Pennsylvania Stormwater Best Management Practices Manual. Department of Environmental Protection Bureau of Watershed Management, USA, p. 680.
3. Jaber, F., Woodson, D., LaChance, C. and York, C. 2012. Stormwater Management: Rain Gardens, The Department of Soil and Crop Sciences and Texas A&M AgriLife Communications, The Texas A&M System, USA, p. 25.
4. John, D., Karen, M., John, G., Mathew, T. 2011. A History and Definition of Green Roof Technology with Recommendations for Future Research, B.A., Southern Illinois University, USA, p. 20-25
5. Rutgers Cooperative Extension Water Resources Program and Native Plant Society of New Jersey 2011. Rain Garden Manual of New Jersey. Rutgers New Jersey Agricultural Experiment Station, Water Resources Program, The Native Plant Society of New Jersey, Northeast States&Caribbean Islands Regional Water Center and New Jersey Sea Grant Consortium, USA, p. 80.
6. URL1, 2015. <http://www.holemanlandscape.com/2015/04/24/rain-gardens-3/-html> Giriş tarixi: 19.11.2016
7. URL2, 2015. <http://dcgreenworks.org/programs/rainwater-conservation-and-reuse/green-roofs-2-0/-html> Giriş tarixi: 20.11.2016
8. URL3, 2015. <http://www.sswm.info/content/stormwater-management.-html> Giriş tarixi: 25.11.2016.
9. URL4, 2015. <http://sccd.org/wp-content/uploads/2015/07/Infiltration-Trenches.pdf> Giriş tarixi: 29.11.2016

## **АНАЛИЗ ИННОВАЦИОННЫЕ МЕТОДЫ УПРАВЛЕНИЯ ЛИВНЕВЫМИ СТОКАМИ**

**Мехдиева Н.Г.**

*Бакинский инженерный университет, г. Баку, mehdiyevanigar24@gmail.com*

### **РЕЗЮМЕ**

В настоящее время в мире в связи с изменением климата внезапные и сильные дожди считаются в качестве одной из экологических проблем. В результате избыточных дождей сильное утеkanie и слабый поток приводит к проблеме с наводнением особенно в городских территориях где твердые поверхности превышает число зеленых зон. Без необходимости нужен быстрый и эффективный способ борьбы с наводнениями которые возникают в случае нерегулярного выпадения осадков в крышах и поверхностях. Нужно использовать методы которые замедлят поверхностные потоки и повышат фильтрацию в городских территориях чем использовать традиционный метод как удаление ливневой канализации с дренажной системой.

## **ANALYSING INNOVATIVE METHODS OF STORMWATER MANAGEMENT**

**Mehdiyeva N.G.**

*Baku Engineering University, Baki, mehdiyevanigar24@gmail.com*

### **SUMMARY**

Nowadays, sudden and severe rains is one of the environmental problems related to climate change. As a result of heavy rains, rainwater drifts along with the surfaces in the urban areas, where the surfaces are more than the green areas and flooding problems occur as a result of low infiltration. Excessive rainfall should be managed quickly and effectively before causing flood.

In order to achieve sustainable stormwater management we have to use low impact methods, which will slow down the surface currents and increase the infiltration, rather than traditional methods-removing the rainwater by the drainage network.

## **БОЛЬШАЯ ВОЛГА – ИСТОРИЯ ОСВОЕНИЯ И СОЗДАНИЯ ГИДРОТЕХНИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ ВОЛЖСКО-КАМСКОГО КАСКАДА ВОДОХРАНИЛИЩ**

**Горелиц О.В., Землянов И.В.**

*Государственный Океанографический институт им.Н.Н.Зубова, Москва,  
gorelits@mail.ru*

Крупнейшая река Европейской части России – Волга – с давних времен играла важную политическую, экономическую и культурную роль, способствовала интенсивному развитию экономических связей между Европой и Азией. Географическое положение Волги и её крупных притоков обусловило уже к VIII веку её значение как важного торгового пути между Востоком и Западом. В IX—X веках в торговле значительную роль играли такие центры, как хазарский Итиль в низовьях Волги, Булгар на Средней Волге, Ростов Великий, Суздаль и Муром в Верхнем Поволжье. В XIII веке монголо-татарское нашествие нарушило все сложившиеся к тому времени на Руси хозяйственные связи.

С XV века значение Волжского торгового пути восстанавливается, растёт роль крупных городов – Казань, Нижний Новгород, Астрахань. Покорение Иваном Грозным в середине XVI века Казанского и Астраханского ханств привело к объединению всей Волжской речной системы в границах России. С этого времени и по сегодняшний день бассейн Волги – крупнейший в Европе (площадь его достигает 13600000 км<sup>2</sup>) – располагается в пределах одного государства. Эта уникальная особенность отличает волжский бассейн от бассейнов крупных европейских рек и определяет особенности его экономического и культурного развития.

В Поволжье в XVII-XVIII в. возникают и развиваются новые крупные города — Самара, Саратов, Царицын; большую роль играют Ярославль, Кострома, Нижний Новгород, Симбирск. Возрастает роль Волжского торгового пути после соединения в 1808 г. Мариинской речной системой бассейнов Волги и Невы, необходимого для снабжения новой столицы – Санкт-Петербурга и торговли со странами Балтийского моря.

С развитием промышленности в XIX веке на Волге началось бурное развитие крупного речного транспорта для перевозок сырья и готовой продукции, в 1817 г. на Волге появляется первый пароход. К середине XIX века организуются пароходства, в 1843 г. отправляется в рейс первый пассажирский пароход. Караваны судов перевозят по Волге хлеб, соль, рыбу, позже, к концу XIX в. – нефть. Река приобрела к началу XX в. важнейшее значение как главная промышленная и транспортная речная артерия России.

Но, в то же время, изобилие мелей и перекатов в русле Волги мешало развитию судоходства ограничивало перевозку грузов по реке. К середине XIX века на отрезке водного пути от Рыбинска до Твери судоходство практически прекратилось из-за обмеления русла Волги. Во многих местах, даже у Ярославля и Костромы, Волгу переходили вброд. Близ крупных волжских перекатов в межень скапливались десятки судов.

Для обеспечения уровней воды, достаточных для прохода судов до Твери в 1843г. было возведено первое гидротехническое сооружение на Волге – Верхне-Волжский бейшлот – низконапорная плотина неподалеку от истока Волги. Деревянная, на каменном фундаменте плотина подняла уровень воды и соединила в один водный бассейн площадью более 160 км<sup>2</sup> Верхне-Волжские озера – Волго, Пено и Вселуг.



Накапливаемый выше плотины запас воды – до 400 млн. м<sup>3</sup> – давал возможность в течение меженных месяцев поддерживать судоходство на верхнем участке Волги до Рыбинска. Это было первое гидротехническое сооружение для регулирования волжского стока.

К началу XX века, по свидетельствам пароходных компаний, на Волге от г. Твери до г. Астрахани насчитывалось более 230 перекатов и отмелей, из них 127 крупных, на Волге работала огромная армия бурлаков – в сезон более 300 тыс. человек. Особенно ощутимыми стали потери от мелководий после появления на Волге крупных пароходов, перевозивших промышленную и сельскохозяйственную продукцию, нефть, соль и рыбу от Каспийского моря вверх по реке.

Гидрометеорологические наблюдения в бассейне Волги в первой трети XX века зафиксировали экстремальные природные явления – высокие половодья и продолжительные засухи, которые наносили огромный урон экономике и населению страны. В 1908 и 1926 гг. в период половодья на реках бассейна Волги наблюдались максимальные уровни воды, были затоплены огромные территории, пострадали крупнейшие города Поволжья, даже в Москве по улицам жители плавали на лодках! В 1921-1922 гг., а затем в 1930-х гг. в бассейне Волги прошли маловодья и засухи, которые сопровождались на Средней и Нижней Волге катастрофическими природными явлениями – суховеями. Сток Волги в маловодный период 1930-х гг. резко сократился, что привело к резкому падению уровня Каспийского моря.

В 1920-1930-х гг. экономика молодого Советского государства требовала создания новых промышленных центров, развития сырьевой базы, происходило бурное развитие науки, техники, промышленности и сельского хозяйства. Одним из главных стратегических направлений стало развитие экономики Поволжья, поэтому Правительство нашей страны поставило важнейшие задачи:

- создание мощного промышленного центра и транспортного узла в Самаре,
- обеспечение экономического развития Поволжья дешевой электроэнергией;
- развитие сельского хозяйства, орошаемого земледелия и ирригации в Заволжье, борьба с суховеями,
- развитие грузового судоходства на Волге для транспортного обеспечения экономики Поволжья, создание на протяжении всего Волжского водного пути судового хода с гарантированными судоходными глубинами 4,5 м;
- поддержание уровня Каспийского моря для сохранения его рыбных запасов.

Задачу обеспечения быстрого развития экономики Поволжья дешевой электроэнергией в 1930-х гг. стало возможно решить благодаря достижениям научно-технического прогресса. Именно к этому времени появились первые мощные турбины, которые могли вырабатывать электричество, используя силу воды, были найдены технические решения, обеспечивавшие возможность передачи электрической энергии на большие расстояния.

В целях реализации важнейших стратегических задач экономики страны в 1931 году было создано «БЮРО БОЛЬШАЯ ВОЛГА» для разработки проекта зарегулирования стока Волги и создания Волжско-Камского каскада водохранилищ и гидроэлектростанций (ВКК).

Все научные и технические результаты разработки проекта были представлены в 1933 году на Ноябрьской сессии Президиума Академии Наук СССР, которая была целиком посвящена вопросу Большой Волги, тема сессии – «Проблемы Волго-Каспия». Ключевые доклады по основным направлениям научных исследований и технических разработок на Ноябрьской сессии представили выдающиеся ученые, имена которых

сегодня носят научные институты, улицы городов, промышленные предприятия – академики Г.М.Кржижановский, Б. Е. Веденеев, Н. М. Тулайков, А. В. Чаплыгин, Л. С. Берг, Н. М. Книпович, и др.

Благоприятное для быстрого развития народного хозяйства географическое положение Поволжья имело также огромное стратегическое и оборонное значение, особенно для создания крупных энергоемких промышленных центров. Волжские гидроузлы должны были по плану проекта «Большая Волга» являться элементами единой энергосистемы СССР, что повышало надежность и устойчивость энергоснабжения страны. Особое значение отводилось Куйбышевскому гидроузлу, как самому мощному источнику дешевой электроэнергии для нового крупнейшего промышленного центра и обширного региона устойчивого орошаемого земледелия в Заволжье.

Строительство гидроэлектростанций Волжско-Камского каскада было начато в середине 1930-х гг. с сооружения Ивановской, Угличской и Рыбинской ГЭС. В 1940-1950-х гг. были построены Горьковская ГЭС, крупнейшие Куйбышевская и Волгоградская ГЭС. В настоящее время ВКК состоит из 12 ступеней, 11 из которых – гидроузлы комплексного назначения.

Верхняя ступень каскада – Вехневолжский бейшлот – был реконструирован после Великой отечественной войны и в настоящее время продолжает работать.

По данным ПАО «РусГидро» электроэнергия, вырабатываемая сегодня на 11 гидроузлах ВКК в объеме более 12000 МВт с помощью воды – постоянно возобновляемого природного источника энергии, позволяет ежегодно экономить до 14 млн. т условного топлива и до 30 млн. т атмосферного кислорода, необходимого для сжигания этого топлива. ГЭС Волжско-Камского каскада вырабатывают 35-40 млрд.квт.ч электроэнергии, обеспечивают устойчивую работу всей энергосистемы европейской части России, а водохранилища обеспечивают водоснабжение городов и целых регионов, в том числе Москвы, промышленных объектов, орошение и обводнение засушливых районов, а также судоходство.

Полезный объем водохранилищ ВКК составляет около 80 км<sup>3</sup>, а полный объем – 158 км<sup>3</sup>. ВКК в современных условиях выполняет важнейшую для экономики и населения функцию защиты от наводнений. Со времени введения в эксплуатацию водохранилищ каскада даже в многоводные годы половодья на Волге проходят в режиме, обеспечивающем безопасность промышленных и коммунальных объектов. В маловодные годы водохранилища позволяют бесперебойно обеспечивать водой население, сельскохозяйственные и промышленные объекты.

В настоящее время нижняя ступень каскада – Волжская ГЭС – это крупнейшая гидроэлектростанция Европы. Станция покрывает пиковую часть графика нагрузки в ЕЭС России, ее установленная мощность - 2639,5 МВт. Сооружение котлована Волжской ГЭС началось в 1950 г., 31 октября 1958г. Волга была полностью перекрыта.

Ввод в проектную эксплуатацию Волжской ГЭС, состоявшийся в 1961 году, ознаменовал новый этап в развитии энергетики СССР: страна перестала испытывать дефицит электроэнергии. Запуск гидроэлектростанции сыграл решающую роль в энергоснабжении Нижнего Поволжья и Донбасса, объединив между собой крупные энергосистемы Центра, Поволжья, Юга. Кроме того, Нижнее Поволжье получило мощную энергетическую базу для дальнейшего развития экономики. Волжская ГЭС сыграла важную роль и в создании глубоководного пути на всем протяжении Нижней Волги от Саратова до Астрахани. По гребню плотины Волжской ГЭС были проложены автомобильная и железная дороги, которые обеспечили кратчайшую связь между районами Поволжья, расположенными на разных берегах Волги. В результате образования Волгоградского водохранилища появились широкие возможности для орошения и обводнения засушливых земель Заволжья и Прикаспия.

В современных условиях Волга практически на всем протяжении представляет собой цепочку водохранилищ, и только Нижняя Волга – это бесподпорный участок реки, расположенный ниже плотины Волжской ГЭС, который включает Волго-Ахтубинскую пойму и дельту Волги. На Нижней Волге расположено еще одно уникальное гидротехническое сооружение – Астраханский вододелитель в вершине дельты Волги, строительство которого было закончено в середине 1970-х гг. Целью сооружения вододелителя являлось дополнительное обводнение нерестилищ дельты Волги в маловодные годы для сохранения рыбных запасов Каспийского бассейна.

Понимая важность сохранения природных условий Нижней Волги, Министерство природных ресурсов Российской Федерации включило в Федеральную целевую программу «Развитие водохозяйственного комплекса Российской Федерации в 2012-2020 годах» научно-исследовательскую работу по научному обоснованию мероприятий, обеспечивающих рациональное использование водных ресурсов и устойчивое функционирование водохозяйственного комплекса Нижней Волги, сохранение уникальной системы Волго-Ахтубинской поймы.

Главным исполнителем этой работы является Государственный океанографический институт имени Н.Н.Зубова (ГОИН) – один из старейших научно-исследовательских институтов Росгидромета, с 1950-х годов ведущий научные исследования на Каспийском море и в дельте Волги. Вместе со специалистами ГОИНа в работе участвовал творческий коллектив соисполнителей, включавший 12 ведущих научных организаций России, в том числе институты Российской Академии наук, ВУЗы и проектные институты Москвы, Волгограда, Астрахани и Нижнего Новгорода.

В настоящее время работа завершена, ее итогом является Проект концепции рационального использования водных ресурсов и устойчивого функционирования водохозяйственного комплекса Нижней Волги, сохранения уникальной системы Волго-Ахтубинской поймы.

На основе результатов исследований подготовлен Перечень научно обоснованных приоритетных мероприятий, реализация которых позволит обеспечить рациональное использование водных ресурсов и устойчивое функционирование водохозяйственного комплекса Нижней Волги, сохранение уникальной системы Волго-Ахтубинской поймы.

## **БОЛЬШАЯ ВОЛГА – ИСТОРИЯ ОСВОЕНИЯ И СОЗДАНИЯ ГИДРОТЕХНИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ ВОЛЖСКО-КАМСКОГО КАСКАДА ВОДОХРАНИЛИЩ**

**Горелиц О.В., Землянов И.В.**

*Государственный Океанографический институт им.Н.Н.Зубова, Москва,  
gorelits@mail.ru*

### **РЕЗЮМЕ**

Работа посвящена истории освоения Волги – крупнейшей реки Европейской части России. Дана характеристика использования Волжского транспортного пути в XV-XIX вв. Рассматриваются этапы разработки и реализации проекта «Большая Волга» - создания в XX веке гидротехнической системы Волжско-Камского каскада водохранилищ. Проведен анализ природных факторов и социально-экономических условий, обусловивших необходимость сооружения каскада водохранилищ и регулирования стока Волги. Показана роль Волжско-Камского каскада в современных условиях, дана оценка его влияния на гидрологический режим и экосистему Нижней Волги.

# **GREAT VOLGA - THE HISTORY OF DEVELOPMENT AND CREATION OF HYDROENGINEERING SYSTEM OF THE VOLGA-KAMA CASCADE OF RESERVOIRS**

**Gorelits O.V., Zemlyanov I.V.**

*Zubov's State Oceanographic institute, Moscow,  
gorelits@mail.ru*

## ***SUMMARY***

The work is devoted to the history of development of River Volga - the largest river of the European part of Russia. Discusses the use of the Volga transport way in the XV-XIX centuries. Examines the stages of development and implementation of the project "Great Volga" - the creation in the XX century hydroengineering system of the Volga-Kama Cascade of reservoirs. The analysis of natural factors and socio-economic conditions, necessitating the construction of the Cascade of reservoirs and Volga water flow regulation, carried out. The role of the Volga-Kama Cascade in the present conditions is shown. An assessment of its impact on the hydrological regime and ecosystem of the Lower Volga is made.

## **YUXARI QARABAĞ KANALINDAN POTENSIAL İÇMƏLİ SU MƏNBƏYİ KİMİ İSTİFADƏ OLUNMASI**

**Salmanov M.Ə., Salmanova İ.Q., Məhərrəmovə N.R.**

*AMEA Mikrobiologiya İnstitutu, Bakı şəhəri*

*Az ET Su Problemləri İnstitutu, Bakı şəhəri*

Texniki tərəqqinin inkişafı yer kürəsində su hövzəsinin çirklənməsi və onun təchizatını problemə çevirən səbəblərdir. Müasir problemlər arasında daha çox əhəmiyyət kəsb edən problem dünya okeanlarının, dəniz, çay və su hövzələrinin çirklənmədən qorunmasıdır.

Azərbaycanda su təsərrüfatı inkişafının qədim tarixi vardır. Hələ ibtidai cəmiyyət qurulduğu zamandan insanlar – su istehlakçıları suyun çatdırılmasını və istifadə edilməsini təmin etmək üçün kiçik bənd, suvarma kanalları və digər qurğuları quraşdırmaqla həyata keçirmişlər. Sonrakı inkişaf nəticəsində suya olan tələbatın artmasını nəzərə alaraq daha müasir tipli su qovşaqları və hidrotexniki qurğular tikilmişdir. Bunun nəticəsində suyun ötürülmə məsafəsi uzadılmış çaylar öz təbii görkəmini, suyun keyfiyyəti və çayların hidrobioloji rejimi dəyişdiyindən su ehtiyatlarının ekoloji vəziyyəti pislənmişdir. Xalq təsərrüfat sahələrinin artması və həmçinin əhalinin sayının çoxalması su istehlakının həcmnin artmasına səbəb olmuşdur. Respublikamızda əsas su istehlakı – suvarılan əkinçilikdir. Hələ qədim dövrlərdən ənənəvi əkinçilik inkişaf edən Qarabağ, Şirvan, Mil-Muğan bölgələrində tarix boyu mövcud olan su qıtlığının öhdəsindən gələ bilmək üçün ölkədə ilk dəfə yaradılan (1953) və ən böyük süni hövzə sayılan Mingəçevir su anbarında ehtiyat halda toplanan sudan istifadə imkanı kimi Yuxarı Qarabağ (175 km) və Yuxarı Şirvan (126 km) kanalları fəaliyyət göstərir. Həmin kanallar vasitəsilə 170000 ha artıq əkin sahələrinin suvarılması ilə yanaşı, bu sülardan Kür-Araz ovalığı, Mil-Muğan və Şirvan düzən ərazilərinin əksər əhalisi məişətdə də yeganə şirin su mənbəyi kimi istifadə edir. Eyni zamanda da çoxsaylı yaşayış məntəqələri, aqrar təsərrüfatları tərəfindən antropogen təsirlərə məruz qalan kanallarda indiyə kimi, axın boyu yetərincə sanitar nəzarət, gigiyenik mühafizə tədbirləri aparılmamışdır. Bu səbəbdən həmin kanallarda axın boyu ilk mənbədən mənsəbə qədər iri yaşayış məntəqələri ilə əlaqədar olan yerlərdə ekoloji-mikrobioloji, hidrokimyəvi və sanitar hidrobioloji tədqiqatların ilin fəsilləri üzrə aparılması olduqca aktualdır.

Yuxarı Qarabağ kanalı su buraxma qabiliyyətinə və uzunluğuna görə magistral kanalların sırasında ən iri kanaldır. O, öz başlanğıcını Mingəçevir su anbarından götürərək, Kür çayının sağ sahili ilə axaraq Yevlax, Mingəçevir, Bərdə, Ağcabədi, Beyləqan rayonlarını su ilə təmin edərək Bəhrəmtəpə su qovşağında Araz çayına qovuşur.

Ümumi uzunluğu 172,6 km olan bu suvarma sistemi Qarabağ və Mil düzlərində, Kür-Araz ovalığında suvarılan torpaqları su ilə təchiz edir.

Kanalda suyun mikrobioloji, sanitar hidrobioloji vəziyyətini öyrənmək məqsədilə yaz və yay fəsillərində təyin olunmuş nöqtələrdən su nümunələri götürülmüş və analizlər aparılmışdır. Suyun steril götürülməsi üçün Y.İ.Sorokin batometrindən istifadə edilmişdir. Saprofit bakteriyalar ətli-peptonlu aqarda (ƏPA) əkilmişdir [1,2].

Mikrobioloji tədqiqatlar Mingəçevir, Yevlax, Bərdə, Ağcabədi, Beyləqan və İmişli rayonlarından keçən Yuxarı Qarabağ kanalında aparılmışdır. Məqsəd suda saprofit və ümumi mikroorqanizmlərin yayılması, sayı və onların təbii təmizləmə prosesindəki rolunu öyrənməkdən ibarət olmuşdur (cədvəl 1).

Yuxarı Qarabağ kanalında suyun bəzi mikrobioloji  
və fiziki xassələrinə aid göstəricilər

Sıra sayı	Nümunənin götürüldüyü yer	Temperatur		Saprofitlər min hüç/ml		Mikrobların ümumi sayı min hüç/ml		O <sub>2</sub> mq/l	
		Yaz	Yay	Yaz	Yay	Yaz	Yay	Yaz	Yay
1.	Yuxarı Qarabağ kanalının başlanğıcı	$\frac{21,0^{\circ}\text{C}}{28,5^{\circ}\text{C}}$ *	$\frac{27^{\circ}\text{C}}{27^{\circ}\text{C}}$	13	192	10	848	8,1	8,1
2.	Turbinə su daxil olan yerdə (İstilik Elektrik stansiyası)	$\frac{23^{\circ}\text{C}}{29,5^{\circ}\text{C}}$	$\frac{26^{\circ}\text{C}}{30^{\circ}\text{C}}$	57	188,8	11	880	8,1	8,5
3.	Turbindən çıxan su ilə kanalın suyunun birləşdiyi yer	$\frac{23^{\circ}\text{C}}{32,5}$	$\frac{25,5^{\circ}\text{C}}{30}$	10	160	6	920	9,5	7,2
4.	Yevlax rayonu	$\frac{21^{\circ}\text{C}}{28,5^{\circ}\text{C}}$	$\frac{25^{\circ}\text{C}}{34^{\circ}\text{C}}$	9	120	1	1264	8,5	9,2
5.	Bərdə rayonu	$\frac{21,3^{\circ}\text{C}}{27}$	$\frac{25^{\circ}\text{C}}{32}$	70	112	9	1136	8,1	8,3
6.	Ağcabədi rayonu	$\frac{21,3^{\circ}\text{C}}{26,5^{\circ}\text{C}}$	$\frac{26^{\circ}\text{C}}{34^{\circ}\text{C}}$	20	168	24	1200	8,1	8,1
7.	Beyləqan rayonu	$\frac{22^{\circ}\text{C}}{25^{\circ}\text{C}}$	$\frac{25^{\circ}\text{C}}{33,5^{\circ}\text{C}}$	16	192	11	1360	8,2	9,0
8.	İmişli, Bəhrəmtəpə	$\frac{24^{\circ}\text{C}}{30^{\circ}\text{C}}$	$\frac{26^{\circ}\text{C}}{33^{\circ}\text{C}}$	45	56	20	300	7,7	9,4

Qeyd: \* - surət – suda, məxrəc – havada

Cədvəldən göründüyü kimi yay fəslində yaz fəslinə nisbətən havanın və suyun temperaturunun yüksəlməsi ilə əlaqədar olaraq suda saprofitlərin və ümumi mikroorqanizmlərin sayı sıçrayışla artmışdır. Qeyd etmək lazımdır ki, üzvi çirklənməyə məruz qalan su hövzələrində saprofitlərin miqdarı sıçrayışla artır. Saprofit bakteriyalarının kəmiyyət və keyfiyyətə dəyişməsi, mühitdə mövcud olan üzvi maddələrin tərkibindən və qatılığından asılıdır.

Məlum olmuşdur ki, Yuxarı Qarabağ kanalının başlanğıcından sonuna qədər saprofitlərin və ümumi mikroorqanizmlərin sayında həm artma, həm də azalma müşahidə olunur. Bu da onu göstərir ki, kanal yaşayış məntəqələrinə yaxın olan hissələrdə çirklənməyə məruz qalır. Saprofit bakteriyaların kəmiyyət göstəricilərinə əsasən ehtimal olunur ki, kanalın suyunda öz-özünə təmizlənmə prosesi intensiv davam edir.

Evtotroflaşmanın nəticəsi olaraq, yaz və yay fəsillərində kanalın bir neçə məntəqələrində ali su bitkiləri intensiv inkişaf edir və geniş yayılmışdır. Kanalın başlanğıcında Azərbaycan Dövlət Rayonlararası Elektrik Stansiyası (AzDRES) öz 8 bloklarını soyutmaq üçün suyu istifadə edir və onu qızdırıb kanala qaytarır. Məlumdur ki, [3] Ali su bitkilərinin inkişafı üçün suyun hərarəti  $19^{\circ}\text{C}$  olmalıdır. Belə temperatur bütün fəsillərdə kanalın başlanğıcından Bərdə rayonu ərazisinə kimi sahədə qeyd edilir.

Aydın olur ki, 2016-cı ilin noyabr ayının axırında Az.DRES-in 5 bloku işləyən zaman suda temperatur (turbinləri soyutduqdan sonra)  $30^{\circ}\text{C}$  qədər yüksəklir və soyuducu kanala qovuşan zaman suyun temperaturu  $18^{\circ}\text{C}$ , havanın isə temperaturu  $6^{\circ}\text{C}$  olub.

Kanalda suyun temperaturu  $18^{\circ}\text{C}$  olduqda ali su bitkilərinə bütün fəsillərdə vegetasiyasına zəmin yaranır.

Payız fəslində ali su bitkilərindən dominant növ daraqvari su çiçəyi olmuşdur. Kanalın əvvəlində Az.DRES-in təsiri olaraq suda istixana effekti yaradılır, ali su bitkilərinin bütün fəsillərdə inkişaf edərək çiçəklənir və toxumları kanalın axırına qədər səpələnərək yayılır.

Bundan başqa yaz və yay fəsilərində nisbətən geniş yayılan parlaq və qumral su çiçəyi bitkilərini göstərmək olar. Yevlax, Bərdə və Ağcabədi məntəqələrində bu bitkilərə təkrar rast gəlinmişdir. Beləliklə suda temperatur il boyu isti olduğuna görə hidroflora geniş inkişaf edir. Kanalin həcmi kiçilir, sular avtohton mənşəli üzvi maddələrlə zənginləşir.

#### **Ədəbiyyat siyahısı**

- 1.Родина А.Г. Методы водной микробиологии. Л. Наука, 1965. -363 с.
- 2.Романенко В.И., Кузнецов С.И. Экология микроорганизмов пресных водоемов. Лабораторное руководство М. «Наука», 1974, -194 с.
- 3.Катанская. Высшая водная растительность континентальных водоемов СССР. Л. «Наука», 1981 г. 187 с,

#### **ВЕРХНЕ-КАРАБАХСКИЙ КАНАЛ ПОТЕНЦИАЛЬНЫЙ ИСТОЧНИК ПИТЬЕВОЙ ВОДЫ**

**Салманов М.А., Салманова С.Г., Магеррамов Н.Р.**

*НАНА Институт Микробиологии, город Баку  
АзНИИ Водных Проблем*

#### **РЕЗЮМЕ**

Статья: «Верхне-Карабахский канал потенциальный источник питьевой воды» посвящена в основном эколого-микробиологическим исследованием, а также определены до вида высшие водные растения растущие в канале весеннее – летний сезоны. Пробы были отобраны в разрезах Мингечаурского, Евлахского, Бардинского районов, где проходит Верхне-Карабахский канал.

#### **THE SOURCE OF DRINKING WATER OF UPPER GARABAGH CHANNEL**

**Salmanov M.A, Salmanova S.Q, Maharramova N.R.**

*ANSA Microbiology Institute, Baku,  
AR Scientific-Research Institute for Water Problem*

#### **SUMMARY**

Article: The source of drinking water of Upper Garabagh channel is devoted to mainly ecological-microbiological researches and the determine of the kinds of higher water plants developed in the channel in spring- autumn seasons. Examples are taken from Upper Garabagh channel passing through crossings of Mingechevir, Yevlakh, Berde, Beylegan and Imishli regions.

# **THE FOGGARA, OR THE ALGERIAN KAREZ AN OVERVIEW OF ITS MAJOR CHARACTERS AS A WATER HERITAGE**

**Abdelkrim DAHMEN**

*Institute of Architecture & Town Planning at Blida-1 University  
abdahmen@gmail.com*

## **1 \_ A RECENT INTEREST FOR AN ANCIENT HERITAGE**

Water structure constitutes a relevant part of any civilisation since the earliest times. The prominence of any great city is appreciated according to its advanced hydraulic technology (Viollet 2000). Even though, their recognition as outstanding human achievement around the world seems to be more recent than it should be. The first water heritage nominated at the World Heritage List was the roman bridge of “Le Pont du Guard” in Nimes (France) in 1985. The bridge has been nominated but not the aqueduct it belongs to.

The prominence of water structures have more likely been used to justify nominations rather than to be nominated. It is the case of the Mزاب Valley in Algeria, nominated in 1982 as an outstanding architecture influence and as an example of the relationship between the society and the universe. All the Mزاب Valley would not be obvious without its very particular water heritage. The Algerian south eastern Sahara is the most important karez based area after Iran (Bisson 1989; Kobori 1989). It only has been proposed at the World Heritage tentative list in 2002.

The karez in Algeria is not well known worldwide even if it presents some particular features which attest its originality. It is therefore of first interest to figure out its features. The main scope of this paper is to present the major characters of the Algerian Karez in both tangible and intangible dimensions.

## **2 \_ PRESENTATION**

The foggara is attested in North Africa, starting from Egypt to the isles of Canaries in the Atlantic sea. There are various foggara based regions like around the Kharga oasis in south Egypt, and around Marrakech in south Morocco. Some other regions are sparse areas where the technique meets other hydraulic systems. It is the case in the Djerid in south Tunisia, or along the Saoura valley in the southwest of Algeria. The most ancient presence is attested in Egypt around the 5<sup>th</sup> century BC; while the more recent is in Marrakech (Morocco) related to the 11<sup>th</sup> century. The oldest structure is a Persian transfer achieved by the Achemenians (Semsar Yazdi and Khaneiki 2010). The latest structure, called khattara, is a transfer from Andalousia (Spain). The North Africa foggara structures present some differences which suggest an alteration of the technique through the various civilisations or presumably some original invention process as it is suggested in the case of the Gurara region in Algeria (Cornet 1952; Bisson 2003).

The Algerian foggara based agriculture region belongs to the Western Sahara at the south limits of the Great Western Erg, and around the Tademaït Plateau (Fig. 2). Actually there are three regions: the Gurara, the Tuat, and the Tidikelt. In 2011, the Regional Water Resources Agency has inventoried 1473 foggaras including 706 which remain perennial (Ansari 2012) even with less water flow. Meanwhile, half of the irrigated areas in the region, wilaya in Arabic, of Adrar are still being supplied by foggaras. Furthermore, there are various



foggara kind elements or underground aqueducts that exist in various places even in the northern areas (Aroua and Dahmen 2016).

### **3 \_ THE FOGGARA MAJOR CHARACTERS**

As it should be the case in the various karez based regions around the world, the foggara presents a variety of aspects presenting characters in both tangible and intangible dimensions. The assessment we realized is based on the foggara characters in the regions of Gurara and Tuat which belong to the Adrar wilaya. The tidikelt region belongs more likely to the Tamanrasset wilaya at the southernmost.

#### **3.1 \_ History**

According to the local sources, the foggara would be, at least, thirteen centuries old. Its genesis seems to be predated by the arrival of the Zenata Berber tribes in the region. They pushed south due to the Roman prosecution during the 3<sup>rd</sup> century when the Romanized territories have been enlarged, and the *limes* brought towards the south side.

Some new findings from the archaeological investigation in the Libyan Fezzan have pushed the oldest foggaras up to the 2<sup>nd</sup> century BC (Mattingly et al 1997). This fact has generated new suggestions appointing the Libyan Fezzan as a probable origin of the Algerian foggara. The collapse of the western transsaharan trade during the mid 5<sup>th</sup> century would have enhanced a transfer of trade activities from eastern routes to a new network in favour to the western new islamic major cities like Sijilmassa (Wilson 2006; 2009). There are some evidences that the oldest foggaras may have started from dried up sources (Lô 1954, Cornet 1952). Beyond the origin issue, the foggara history seems to begin in the late antiquity (Mammeri et al 1973), during the early second half of the first millennium.

#### **3.2 \_ The hydrogeology**

According to its natural relief, the Algerian Sahara hydrography presents two major ground streaming networks. The eastern network starts south in the Hoggar mountains and streams following the fossil Ighaghar River through the Great Eastern Erg and the Wadi-Righ Valley to the Lower Sahara in the Melghigh Salt Lake at the northern limit. The western network starts north at the foothills of the Moroccan Great Atlas. It almost streams following the Saoura River at the western side of the Great Western Erg, then it takes in the Touat region until the Reggane salted depression.

In the underground, there are two major aquifers ordered like two successive layers. They cover a large territory shared between the three Maghreb states: Algeria, Tunisia and Libya. The first one is the Terminal Complex. It mainly supports the artesian system in the Wadi-Righ Valley and the Ziban regions around Biskra. The deeper aquifer is the Continental Intercalary, commonly called the Albian. The western limit follows the Saoura River and then turns east around the Aoulef Oasis and continues until In-Salah oasis through the Tidikelt region. At this limit which draws a curved line surrounding the Tadmait Plateau, the water table almost reaches the ground. This explains the ancient artesian system presence, mostly by water sources. This western border also marks the presence of the foggara territory around the Tadmait Plateau. Actually, there is an additional group of foggaras tapping on the Erg aquifer at the southern limits of the Western Great Erg. Even though, the main feature is described by the foggaras tapping in the Albian aquifer around the Plateau.

#### **3.3 \_ The physical aspects**

One of the most relevant foggara characters is that the oldest foggaras have no mother well as they start downward, often from a dried up source. The gallery follows the riverbed

courses and may develop some side branches to improve the flow. Some sources report foggaras with 80 branches (Grandguillaume 1973). The length has an average of 3-5 km. The longest foggara could reach up to 15 km. The shafts are from few meters to 45 m deep. They have rectangular section of 0.7x1.2 m in the direction of the gallery course. The highest part could be shaped as a circle and stone built for 2 m until the spoil ring surrounding the hole. The shafts situated in the urban areas are covered by mud brick square walls. The Distances between shafts are various. They are about few meters downward and may be up to 40 m upward. This indicates that the technique may denote a substantial evolution as the oldest part is situated downward. The gallery may be an uncovered trench downward for few hundred meters. It continues as an underground tunnel with commonly 0.6 m large to 1.2 m high. The collapses which may occur could enlarge the gallery and make it higher as it is not built, unless the sandy zones which are supported by clay to preserve the gallery section. The gallery course is often irregular. It is more irregular downward, more than what could suggest the technique weakness. This fact seems to suggest that the digging may have started by very short sections following the underground water lines.

Another particular physical character is the siphon kind shaped within the gallery punctuating the downward part. It is called in Berber *anjud* and it has no Arabic name. Some foggaras present more than five anjud. They are often situated near or before a shaft. The anjud allows water circulation only. Workers have to get out the shaft by one side and get in back through the next one. The local tradition indicates that is a technique which prevents enemies from entering the galleries to get in the walled village called *ksar*. As the anjud is shaped within the gallery at the downward side, it seems to be as old as the foggara itself and may be associated to further reasons.

### **3.4 \_ The water distribution**

At the opposite of all the traditional hydraulic systems which are shared by duration, the foggara water is more likely shared by volume. The sharing system uses a stoned divider called *kesri* or *kesria*. Each shareholder receives water continuously according to a precise proportion from the total water flow. According to the seasonal fluctuations, the water flow is subject to variations and the shares too.

The measurement is based on fractions of the water flow. It is called habba, or *tmen*, or *nuba*, or some other names depending to the region. The unit is also divided to subunits or fractions, from the half, to the eighth. The smaller fraction is 1/24 called *kirat*, like for gold measurement. The dividing system continues up to 1/24 of *kirat* called *kirat kirat* or 1/576. The measurement tool is a copper board, straight or circular according to the region. It contains different size holes that it would be possible to associate the appropriate holes to correspond to the appropriate flow. Then canals ensure water transportation from the *kesri* to the garden basin, called *majen* or *tidjent* in Berber, which accumulates and keeps water to be used for irrigation once a day. The basin dimensions depend on the flow importance.

### **3.5 \_ The management**

The foggara organization seems like a corporation with shareholders. Each shareholder takes in charge the maintenance cost and gets enlargement benefits from the possible flow increase accordingly to his share. Water organization enables some particular trades. Each foggara has a chief in charge of the management called *mqaddem*, and an expert called *khahir*, in charge of the maintenance and the routine safety control. The measurement is enabled by a measurer called *kyyel* which is assisted by a calculator called *hessab*, and a witness called *shahed*.

Shares are recorded in a written document called *zmam*. The different water transactions occurring by time are successively reported in the *zmam*. After several years, the changes are so important that all the shares will be subject of a new transcription which is reported with the date and the name of the writer. After some decades, the document is full and the new records are reported in a new register. As the previous transcriptions did not seem important, the oldest registers could not remain more than one or two centuries.

### **3.6 \_ The normative aspects**

Given the need to protect water ownership and settle disagreements, a normative system has been implemented gradually. It is based on Islamic rules. It regulates the business relations and prevents management concerns so that the *foggara* continues preserving its function and development. The normative aspects include the *foggara* integrity, its buffer zone up to the gallery end. It also includes the extension projects and the share agreement between old and new shareholders. They ensure the water ownership authentication, the transaction and succession validation. The norm also includes the ownership transfer into endowment called the *waqf* status, the old documents authentication. It also resolves disputes.

There is a particular normative practice which remains preserved by the norm. It concerns a form of blockage of water ownership. A person who has to be absent for a long time and has concerns about his water possession integrity. He can change its status to prevent abusive transactions, it is called *habs*. By time, all the practice has developed a particular core of Islamic law dedicated to the *foggara* issues. It is called *fiqh-en-Nawazil*. Beyond the disputes settlement, it assumes the role of jurisprudence. The norm is managed through different levels starting from the *khafir* and the *foggara* chief for the common affairs, to the shareholder assembly, and finally the judge for the critical cases.

### **3.7 \_ The economical aspects**

Given the water scarcity, the shares are the first source of wealth so that water ownership is separated from the land or the palm trees. As a separate ownership system, water has enabled a variety of economical activities. Water shares could be bought or rented, or be subject of some association forms between water owners and land workers like the sharecropping called *khemassa*, or the cropping association called *khirassa*. We have already seen how the *foggara* participates in the labor market structure by water exclusive trades and through the transactional forms in the agricultural activities. The *foggara* works develops additional demands to the craft activities in order to supply various items and tools in use in the fieldworks.

Water system is so attractive that it becomes possible to leave exclusively from water rent. Some big owners have developed particular business so that they can own a great part of an oasis palm grove. Water investments have contributed to the *foggara* development. However, this has been done at the expense of the quality of agricultural production, especially the date crops.

### **3.8 \_ The social aspects**

Given the central *foggara* role, it is possible to figure out the oasis social key features through the water shares structure. In the *foggara* records, we can find shares belonging to the *foggara* itself covering part of the maintenance charge. Over the private shares which remain subject to transactions, there is an important part of social *waqf* shares such as the mosques, the *zawya* and coranic schools, the *muezzin* and coranic teacher, and also the shares belonging to the judge. Other shares are dedicated to the ritual activities like the management

of the mausoleums, and the festivities dedicated to the saints, or more likely to the ceremony dedicated to the family ancestor called *âcha-Leqbar*, literally the grave dinner.

Moreover, the records show an important part of women water shares and part of the ancestor ceremonies. This suggests a more obvious women social role. Moreover, the collective shares occurrence seems to be important. This denotes a key role for the big family. There is a particular endowment which occurs in the records called *thuluth*, literally the third. It means to keep one third from the whole succession for charities.

### **3.9 \_ The cultural aspects**

The cultural aspects are drawn by the use of Berber language and signs including the water shares calculation. The foggara has two particular names, *foggara* in Arabic and *ifli* in Berber. Some genuine parts have only Berber names. This indicates that the foggara predates the Arabic tribes arrival since the 11<sup>th</sup> century. The foggara elements serve the describing styles in the local poems, invocations and proverbs. One of the intangible heritage properties nominated at the world intangible cultural heritage is the Gurara Ahellil songs which are used even during the foggara fieldworks to motivate people. The oasis people have developed a system of ethical behavior according to water preservation, water integrity as key procedures to ensure social cohesion.

### **3.10 \_ The sustainability**

The foggara based zone is a good example of ecosystem as it preserves the water resources in their renewable limits. The escarpments slopping towards the salted depression serve to enhance the natural draining process preventing soil Salinization. The village is mostly built with mud bricks and wooden elements from the date palm tree. Stones are used only for some parts related to the foggara such as the divider made with soft limestone so that the holes could be enlarged according to the flow sharing fluctuation. The hard limestone is used to shape the canals for water transportation. Except for some few tools supplied by the transsaharan trade, the oasis produces all what is needed for the foggara activity and the domestic life.

## **4 \_ DISCUSSION AND CONCLUSION**

According to the description, the Algerian foggara presents some particular characters. The digging starts downward in the oldest galleries, often from a dried up source. The galleries are more irregular downward and the shaft distance is shorter. All these characters indicate that the technique may have started in a very rough form. A later development, more regular, suggests a better technique mastering. In addition, the water share is particularly ruled by volume using a very particular divider which remains in use even with the presence of a more sophisticated technology.

This seems to indicate that the technique may have started in an original process which received probably a better mastering transfer from the East. The anjud presence reinforces this thesis as it suggests a key evolution in the way of digging.

### **List of literature**

\_ Ansari T. 2012. Foggara: A Traditional System of the Grounwater Catchment in Algeria. In: International Conference on Traditional Water Knowledge for Water Ressources Management (TKWRM 2012). UNESCO-ICQHS, Yazd, Iran.

\_ Aroua N. And Dahmen A. 2016. The past and present of underground aqueducts in Algeria. In: Andreas AN; Chiotis E; Eslamian S; Weingartner H. 2016. Underground Aqueducts Handbook. CRC Press, Taylor and Francis group, London, 83-98, (under press).

- \_ Bisson J. 2003. Mythes et réalités d'un désert convoité, Le Sahara (Myths and realities of a coveted Desert. The Sahara). L'Harmattan, Paris.
- \_ Cornet A. 1952. Essai sur l'hydrogéologie du Grand erg occidental et des régions limitrophes. Les foggaras (Essai on the the hydrology of the Great Western Erg and the neighboring regions. The foggaras). in, Travaux de l'Institut de Recherches Sahariennes, t.8, 71-121.
- \_ Grandguillaume G. 1973. Régime économique et structure du pouvoir : le système des foggaras du Touat (The economic system and the power structure : The foggara system in Tuat). In: Revue de l'Occident musulman et de la Méditerranée, N°13-14, 1973. pp. 437-457. doi : 10.3406/remmm.1973.1222.
- \_ Kobori I. 1989. Comparative studies on the formation of qanat water system. Pt. I. The bulletin of the Institute of Social Sciences, Meiji University, 12.1, 1989, 1-40
- \_ Lô (Cne). 1954. Les foggaras du Tidikelt (The foggaras of Tidikelt). In : Travaux de l'IRS, 1ère partie, t.X, 139-179, 2e partie, t.XI, 49-77.
- \_ Mammeri M., Auguier P., Cambuzat P.L., Colonna F., Henni T. 1973. Le Gourara. Eléments d'étude anthropologique (The Gourara. Elements of anthropological study). Libyca, 25, 239-292.
- \_ Mattingly D. J., Al-Mashai M., Balcombe P., Chapman S., Coddington H., Davison J., Kenyon D., Wilson A. I., and Witcher R. 1997. The Fezzan Project 1997: methodologies and results of the first season. Society of Libyan Studies, 28:11-25 (London).
- \_ Semsar Yazdi AA and Labbaf Khaneiki M. 2010. Veins of Desert. A review on the technique of Qanat/Falaj/Karez. Iran Water Resources Management Organization (IWRMO), Unesco-ICQHS, Yazd, Iran.
- \_ Wilson A I. 2006. The spread of foggara-based irrigation in the Ancient Sahara. In: Mattingly D J, McLaren S, Savage E, Al-Fastawi Y, Gadgood K. The Libyan Desert: Natural Resources and Cultural Heritage, London/Tripoli: Libyan Studies Society/Department of Antiquities: 205-216.
- \_ Wilson A I. 2009. Foggaras in ancient North Africa: or how to marry a Berber Princess, in : Contrôle et distribution de l'eau dans le Maghreb antique et médiéval, Collection de l'École française de Rome, 426, 19-39.

# MAGİSTRAL BORU KƏMƏRLƏRİNDƏ COĞRAFİ İNFORMASIYA SİSTEMLƏRİ TEKNOLOGİYALARINDAN İSTİFADƏ ETMƏKLƏ RİSK FAKTORLARININ ANALİZİNİN APARILMASI

**Qurbanov Ç.Z., Əliyev R.A.**

*Kaspian Biznes Menecment və Konsaltinq MMC, Azərbaycan, AZ1052  
chingiz.gurbanov@cbmc.az, rovshen.eliyev@cbmc.az*

Gündəlik yaşamaq, sağlamlıq, iqtisadi inkişaf və ekosistem üçün vacib resurs dedikdə su başa düşülür. Çünki o çox qiymətli olduğu üçün insanlara yüksək keyfiyyətdə çatdırılmasının çox böyük əhəmiyyəti vardır. İqlim dəyişməsi, quraqlıq, su qıtlığı və çox sürətlə inkişaf edən dünyada insanların sayının artması mövcud su ehtiyatlarının yükünü artırır. Buradan belə nəticəyə gəlmək olar ki, su ehtiyatlarının qorunub saxlanması və onun səmərəli idarə olunması, su itkilərinin aşağı salınması üçün itkilərin qarşısını almaq istiqamətində daimi zəruri tədbirlərin görülməsinə ehtiyac duyulur.

Su itkisi dedikdə, su təchizatı sistemlərində baş verən arzuolunmaz qəzalar və su sızmaları kimi hadisələrdən əmələgələn su itkiləridir ki, buda bəzən əhəmiyyətli dərəcədə istismara və istehlakçıya qədər təsir edə biləcək ciddi problemlərə gətirib çıxarır. Bir çox ölkələrdə su sızmalarından su itkiləri 40% qədər təşkil edir (**bax.:Cədvəl 1.**). Su itkisinin azaldılması, dünya ölkələrində qarşıya qoyulan ən əhəmiyyətli məsələlərdən biridir. Bu addım isə o deməkdir ki, onların bərpa edilməsi üçün sərf olunan maliyyə və enerji sərfəsinin azaldılmasına nail olmağa və istehlakçıya suyun verilməsində hər hansı yarana biləcək problemlərin olmamasına gətirib çıxaracaqdır.

**Cədvəl 1. Dünya şəhərlərində su təchizatı sistemlərində su itkisi**

Şəhər	Şəbəkənin uzunluğu, km	Xüsusi su sərfi lt/gün.nəfər			Xüsusi su itkisi		
		Ümumi	Yalnız əhali üçün	Günlük su təchizatı	1 km-lik şəbəkə uzunluğu, m3/gün	Adambaşına l/gün	Su təchizatının şəbəkədəki kəmiyyəti %
Amsterdam	1926	204	100	49	26,3	40	20
Antverpen	1900	329	85	26	27,9	53	22
Barselona	3160	290			66	70	
Brüssel	4500	309	201	65	10,6	46	23
Budapeşt	4100	416	190	45	26,9	50	26
Vyana	3145	280	154	55	18,5	36	23
Kopenhagen	855	294	164	56	11,6	22	13
Lissabon	1108	220	100	45	103	57	37
London	16000	337				12	34
Münxen	2302	285	185	65	18,2	30	16
Roma	3700	391	274	70	93	115	20
Rotterdam	2400	250	100	40	13,7	25	25
Sofiya	2580	485	267	55	37,7	80	29
Stokholm	1710	428	214	50	47,4	90	22
Helsinki	950	390	211	54	20	40	19
Zürx	1000	455	236	52	19,9	30	13
Kioto	330	253	143	57	33,6	56	39
Tokio	17600	496	321	65	60,4	100	31
Braziliya	3000	998	678	68	120	400	59
Rio de Janeyro	6400	564	490	87	111	169	34

Praktika göstərir ki, su itkilərinin qarşısının alınması istiqamətində bir sıra strateji tədbirlər planı işlənəlməlidir. Bundan ötrü aşağıdakı komponentlərin nəzərə alınması və onların CİS sistemində əks olunmasına nail olmaqdır ki, bu da qismən real su itkilərinin qarşısının alınmasına gətirib çıxaracaqdır. Nəticə olaraq nələri nəzərədən keçirməliyik.

Magistral su kəmərlərində su itkilərinin azaldılması istiqamətində boruya ötürülən suyun təzyiqinin nizamlanması iş rejiminin optimallaşdırılması ilə yanaşı, bu məlumatların statistikasını toplamaqla CİS-də verilənlər bazasının yaradılması aşağıdakı kimi ola bilər:

- Magistral boruda təzyiqin stabiləşdirilməsini təmin etmək,
- Təzyiqin nizamlanması üçün avtomatik idarəetmə sistemlərinin təkmilləşdirilməsi üçün yeni texnologiyaların tətbiqi ilə SCADA sistemindən istifadə,
- Magistral boru kəməri boyu zonalaşdırma aparmaq,

- Boru üzərində qurğuların optimallaşdırılmasını təmin etmək.
- Magistral kəmərin üzərində audit işlərinin yerinə yetirilməsinə dair:
- Hidravlik zərbədən və yüksək təzyiqdən qorunmaq üçün qoruyucu klapanlardan istifadə etmək,
  - Ultrasəs sərf ölçənlərdən istifadə etməklə sərfin ölçülməsini təmin etmək,
  - Hidravlik parametrlərin təyin edilməsi-suyun boruda sürəti, təzyiqi və sərfi,
  - Su sayğaclarının giriş və çıxış yerlərində sərfləri kəmiyyət fərqlərinin qiymətləndirilməsi.

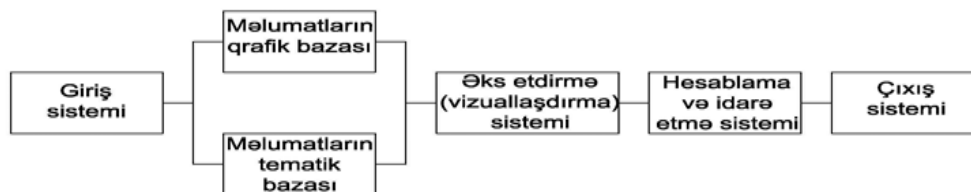
Su sızmaları nəticəsində əmələ gələn su itkilərinin aktiv axtarılması və nəzarətdə saxlanması üçün monitorinqlərin aparılmasına dair aşağıdakı işlərə nəzarət edilməsi təmin edilə bilər:

- Borunun zədələndiyi və gizli su sızmasının axtarışları,
- Magistral su kəmərinin texniki vəziyyətinin kompleks diaqnostikasının aparılması,
- Magistral su kəmərinə baş vermiş hadisənin instrumental müşahidələrin aparılması,
- CİS texnologiyalarından istifadə etməklə avtomatlaşdırılmış nəzarətin aparılması,
- Magistral su kəmərinə təzyiqin monitorinqinin aparılması.

Yuxarıda göstərilən tədbirlər planına uyğun su itkiləri və su sızmalarına dair informasiyaların toplanması və analizlərin aparılması, nəticədə hadisənin atribut verilənlərini, koordinatlarını, zonalaşdırılması və s. kimi informasiyaların Coğrafi İnformasiya Sistemləri (CİS) platformasından yerləşdirilməsi zərurətini ortaya qoyur [6].

Məkan verilənləri modellərinin CİS-də təşkil edilməsinin informasiya əsasını real rəqəmsal təqdimat (model) təşkil edir. Kompüter texnologiyalarının əmələ gəlməsi ilə məlumatlar 2 hissəyə ayrılırlar: analog və rəqəmsal [5]. CİS-in yaradılmasının əsas tərkib hissəsi dedikdə, verilənlər bazası (VB) komponentləri başa düşülür. Bu komponentlərin 2 növü var: qrafiki və tematiki. Qrafiki VB-nin əsasını qəbul topoqrafiya əsası, tematik VB dedikdə isə həmin topoqrafiya əsasına uyğun əlavə məlumatlar təşkil etməlidir ki, hansı ki, həmin məlumatlar məkana aid məlumatlar hesabatlarda olan-territoriyanın təsviri və yaxud informasiya kimi yazılar olmalıdır.

CİS-məlumatların vizualizasiyasını, məlum informasiyanın xəritə formasında ekrana çıxarılmasını, cədvəllərin, sxemlərin, və s. verilənlərin idarəedilməsi sisteminin sortirovkasını, uzaqlaşdırılmasını, əlavə edilməsini, düzəlişlərin aparılmasını və analizlərin aparılmasını təmin edəcəkdir.



Şəkil 1. Geoinformasiya sistemlərinin mütləq komponentləri

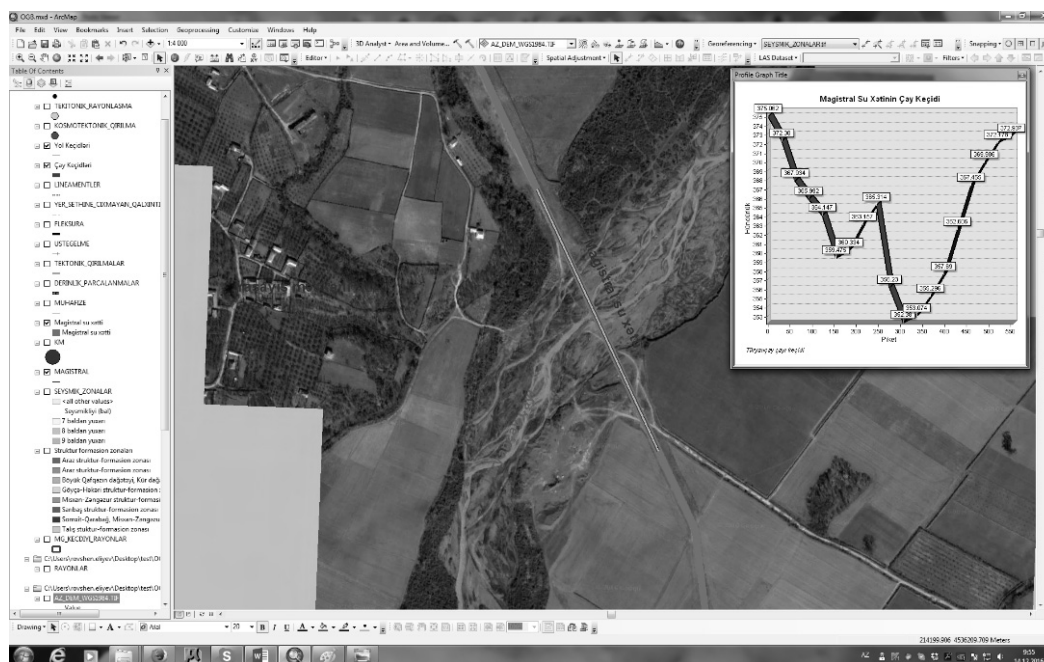
Azərbaycan Respublikasında, uzunluğu 251 km-dən çox olan, Oğuz-Qəbələ-Bakı magistral su xəttinin unikallığı həm uzunluğuna, mürəkkəbliyinə və məhsuldarlığına görə birinci yerdə durur. Bu magistral su təchizatı sistemi 21-ci əsrin ən böyük mühəndisi qurğularından biridir. Mövcud magistral su kəmərlərinin istismarı zamanı kəmərlər üzrə risk faktorları təsirinin qiymətləndirilməsi - təbii, texnogen və antropogen risk faktorlarının və boru kəmərlərinin təhlükəsizliyinin təmin olunması kimi başa düşülməlidir. Magistral su kəmərlərinin keçdiyi ərazilərdə daha təhlükəyə meyilli ərazilərdə monitorinq tədqiqatlarının aparılaraq CİS platformasında Verilənlər Bazasının (VB) yaradılması çox vacib sayılır. Risk

faktorlarının qoyulmuş qaydalarda qiymətləndirilməsi mütləq elmi əsaslandırma ilə təbii-texnogen-antropogen təsirlərin azaldılmasına gətirib çıxaracaqdır. Su kəmərlərində daimi olaraq, keyfiyyətli su təminatının verilməsi, fəvqaladə hadisələrin qarşısının vaxtında alınması və qəza hadisələri nəticəsində dəyə biləcək ziyanın azaldılması istiqamətində mütləq olaraq, kritik məkanlarda daimi geodezik monitoring sisteminin aparılması, onların texniki diaqnostikasının və fəvqaladə situasiyalarda qərar qəbul edilməsi üçün CİS texnologiyalarının tətbiq edilməsi əvəzedilməz hesab olunur.

Qeyd etmək lazımdır ki, ölkəmizdə aparılan iri miqyaslı infrastruktur layihələrin həyata keçirildiyi bir vaxtda “Azərsu” ASC-nin həyata keçirdiyi bir sıra əhəmiyyətli sayılan layihələrdən magistral su kəmərlərinin müxtəlif əraziləri əhatə etməklə keçdiyi marşrutlarda, su təminatında kəmərlərin təhlükəsizliyinin təmin edilməsi birinci dərəcəli məsələlərdən biridir. Onların istismar təhlükəsizliyinin qorunması göstəricisi kimi risk kateqoriyasının müəyyən edilməsi və onun qiymətləndirilməsidir.

Su kəmərlərində boruların təhlükəsizliyi dedikdə bu bir sıra öhdəliklər nəzərə alınmaqla həyata keçirilməlidir. Layihələndirmə, tikinti və istismar mərhələlərindən başlayaraq normativ tələblərə çox böyük əhəmiyyət verilməlidir. Belə hallarda layihələndirmə, tikinti və istismar işləri zamanı müasir metodların, müasir diaqnostika vasitələrinin və kəmərin geodezik monitoring sisteminin və s. istifadəsi nəzərdə tutulmalıdır.

Magistral kəmərlərin təhlükəsizliyini və etibarlılığını təmin etmək üçün ən mürəkkəb yerlərdə məsələn, qaz və neft kəmərləri, avtomobil və dəmir yolları, çay keçidləri, dərə keçidləri, sualtı keçidləri və yaxud dükerləri və s. ilə kəsişmələri göstərmək olar.



Şəkil 2. Magistral su xəttinin çay keçidi

Yalnız Oğuz-Qəbələ-Bakı magistral su kəmərinin keçdiyi marşrutda Şəkil 1,2-də, Oğuz rayonunun su mənbələrindən başlayaraq, Bakı şəhəri yaxınlığına qədər uzanır. Boru xəttinin təxminən 197 km-lik hissəsi CTP, 53 km-lik hissəsi isə dəmir (metal) borulardan ibarətdir. Çay keçidlərinin sayı-12 ədəd və ümumi uzunluğu 5847 m, magistral yol keçidləri-10 ədəd və ümumi uzunluğu 468 m, neft və qaz xətləri ilə kəsişmələri-4 ədəd və ümumi uzunluğu 80 m, Km 13, 31, 42, 65, 145, 153 və 216 sahələrində qazma (yarma) torpaq işləri aparılmış və həcmi 3 500 000 m<sup>3</sup>-dir.





polivinxlrid (PVX), polietilen (PE), və yaxud yüksək möhkəmli çuqun (YMÇ) tətbiq edilir. Bu materialların isə özünəməxsus xüsusiyyətləri vardır məsələn,

- *Çuqun*-o qədər davamlı sayılmır çünki, on illər keçdikdən sonra paslanmaya məruz qalır.
- *Polad*-bu material da paslanmaya daha çox məruz qalır.
- *Polimer*-bu materiallardan hazırlanmış boru növləri isə sərt iqlim şəraitində sıradan çıxma ehtimalı olur ki, burada vacib odur ki, inşaat vaxtında çox diqqətli olmaqla boru döşənməsi təmin edilməlidir.
- Yüksək möhkəmli çuqun-korroziyaya uğramır, təmir asandır, uzunmüddəli istismarı vardır.

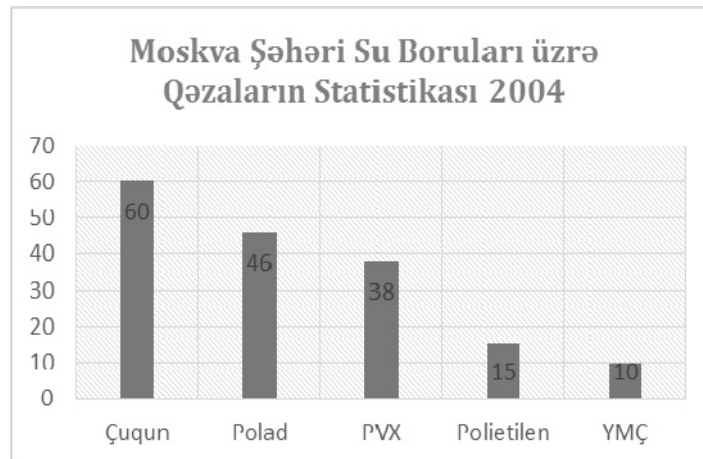
Boru xətlərində baş verən qəzaların statistikasına baxarkən hər il müxtəlif səbəblər üzündən bir çox qəzalar baş verir. Lakin mümkün deyil ki, bütün bu qəzalar boru və avadanlıqların keyfiyyətsizliyindən baş versin. Bundan başqa istismarda olan hidrotexniki qurğulara nəzər yetirsək görürük ki, hər birində qəzalılıq fundamentalər və divarlara rast gəlinir [9].



Şəkil 5.Qəza hadisələrinə dair nümunələr

Bu zədələrin hamısının isə tikinti materiallarının keyfiyyətsiz olması kimi fikirlərlə izah etmək hesab edirik ki, uyğun deyildir. Nəzəri araşdırmaların nəticəsi onu deyir ki, magistral boru kəmərlərində, su və kanalizasiya şəbəkələrində baş verən bəzi ciddi neqativ hadisələr əsasən yer kürəsinin aktiv ərazilərinin təsirindən əmələ gəlir.

Rusiyanın Moskva şəhərində 2004-cü il ərzində aparılmış qəza statistikasına görə



Şəkil 6.Boru Materiallarına görə qəza hadisələrinin statistikası

Rəqəmlər bunları deməyə əsas verir ki, hər 100 km çuqun boru xəttində (Moskva Su Kanal İdarəsinin təmsalında) 60 qəza, polad 46 qəza, polivinylorid və polietilen borularda uyğun olaraq 38 və 15 qəza, Yüksək Möhkəmli Çuqun borularda isə 10 qəza baş verir. Bu gün əksər ölkələrdə Yüksək Möhkəmli Çuqun boruya daha çox üstünlük verilir. Çünki kommunal borulara aid şəbəkələrin 75%-dən 97%-dəki məhz həmin materialdan olan şəbəkələrdir. Bu şəhərlərdə əhalinin içməli su komfortunun maksimum təmin edilməsi məqsədi ilə Tokiyo, Toronto, Berlin, Paris, Nyu-York, London, Honkonq, Praqa, Venesiya kimi şəhərlərdə istifadə edilməkdədir. Pekin olimpiyadasının tikinti quruculuğu işlərində XinXing Ductile Iron Pipes Co., Ltd istehsalı olan Yüksək Möhkəmli Çuqundan istifadə edilmişdir [8].

Magistral boru kəmərlərində (qaz, neft, su və s.) baş verən qəza nəticəsində ətraf mühitə bəzən əhəmiyyətli dərəcədə ziyan dəyir. Elə olur ki, bəzi hallarda insan tələfatı baş verir. Bu isə əhəmiyyətli dərəcədə ekoloji və iqtisadi ziyana gətirib çıxarır.

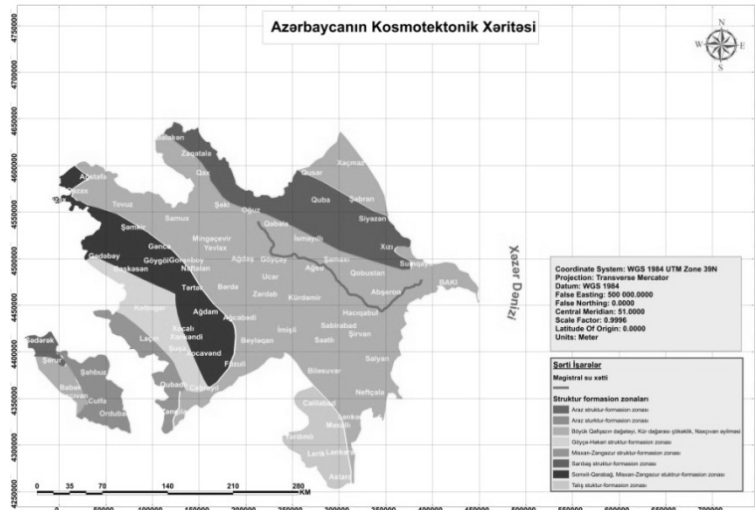
Magistral su kəmərlərinin daha uzaq məsafədən paytaxt şəhərinə qədər trassasının uzanması konstruktiv-texnoloji parametrlərin dəyişməsi və istismar şəraitləri, trassa boyu dəyişilməsi səbəbindən qəza hallarının intensivliyi belə ki, onların inkişaf ssenarisinin və ziyanın miqdarının artmasına gətirib çıxarır.

Magistral su kəmərlərində hər hansı potensial risk faktorundan söhbət gedərkən, hər gün düşünülmüş və düşünülməmiş formada kiçik və iri həcmli risklərlə üzləşirlər. Riskin əsasında isbata ehtiyacı olmayan potensial fəaliyyət mövcuddur. İnsan həyatının təcrübəsi bizə imkan verir təsdiq edək ki, onun fəaliyyəti potensial təhlükədir. Risk haqqında nəzəriyyə XX əsrin sonunda geniş şəkildə inkişaf etməyə və tətbiq olunmağa başlamışdır. Bu nəzəriyyənin inkişafında riyaziyyat, statistika, hüquqi və iqtisadi elmlər və sonralar dəqiq elmlər sayılan ehtimal nəzəriyyəsi, oyunlar nəzəriyyəsi, fəlakət kimi fənnlərin rolu olmuşdur. Son on illərin göstərdiyi faciəli halların artımı, istehsalatda tətbiq olunan yeni texnologiyaların tətbiqində insanların buraxdığı səhvlərlə təsdiq olunur. Risk – bu uğursuzluğun gözlənilə bilən ölçüsü, fəaliyyətdə məğlubiyyət, insan sağlamlığında arzu olunmayan fəsadların baş vermə təhlükəsidir və nəticə etibarilə maddi ziyan verə bilər. Risk üçün xarakterik hallar: gözlənilməməzlik, qəflətən təhlükəli vəziyyətin baş verməsidir ki, bu da tez və qəti tədbirlərin görülməsi ilə aradan qaldırılır. Magistral su kəmərlərində analiz apararkən risk faktorları göstəricilərini 3 hissəyə ayırmaq lazımdır:

1. Təbii risklər,
2. Texnogen risklər,
3. Antropogen risklər.

Təbii risk faktorları dedikdə aşağıdakıları sadalamaq olar:

- ✓ Qar örtüyü müxtəlif qalınlıqlarda,
- ✓ Su basma,
- ✓ Kəmərin su altında qalması,
- ✓ Çay keçidləri,
- ✓ Meşə yangınları,
- ✓ Landşaftın dəyişməsi,
- ✓ Zəlzələlər,
- ✓ Trassanın bataqlıqlaşması,
- ✓ Sürüşmə sahələri.



Şəkil 7. Oğuz-Qəbələ-Bakı magistral su xəttinin zonalaşdırılması

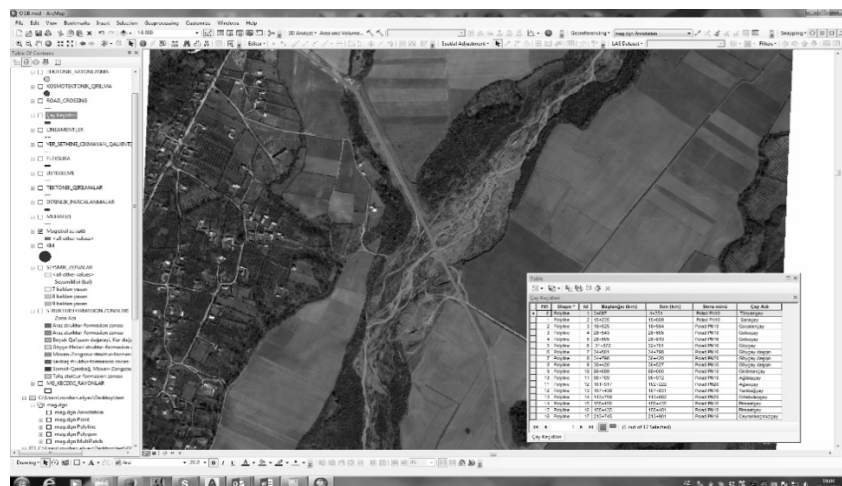
Texnogen risk dedikdə, layihələndirmə zamanı aşağıdakı xətalrı sadalamaq olar:

- ✓ Metalın korroziyası,
- ✓ Personalın səhvi,
- ✓ Avadanlığın sıradan çıxması,
- ✓ Donmuş qruntun təsiri nəticəsində kəmərin yerdəyişməsi,
- ✓ Kəmər xəndəyə qoyulduqdan sonra landşaftın dəyişməsi,
- ✓ Kəmərin uzunmüddətli istismarı,
- ✓ İzolyasiyanın köhnəlməsi.

Antropogen risk faktorları dedikdə isə, adından göründüyü kimi nəticədə insanların texnogen fəaliyyəti ilə bağlı olub və aşağıdakılardan ibarətdir:

- ✓ Landşaftın inşaat işləri apararkən dağıdılması,
- ✓ Kəmərlərin mühafizə zolaqlarında tikinti işlərinin aparılması,
- ✓ İnsanlar tərəfindən kəməre qeyri qanuni müdaxilə,
- ✓ Melorasiya məqsədləri üçün su hövzələrinin yaradılması.

Bu kimi risk faktorlarından başqa bəzən elə yerlər var ki, magistral su kəmərlərinin texniki vəziyyətinin dəyişməsinə əsas səbəb kimi kəmərlərin yaşayış məntəqələrinə yaxın olmasıdır. Hətta bəzi hallarda kəmərlər üçün normativə uyğun ayrılmış mühafizə zolaqlarında tikililərin olması və tikilməkdə olmasıdır.

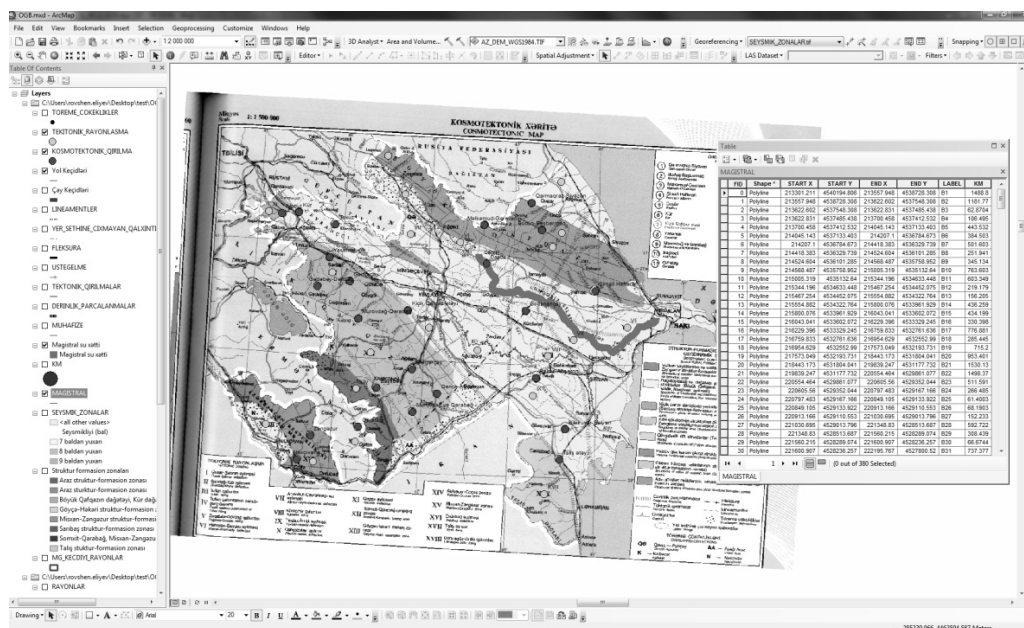


Şəkil 8. Oğuz-Qəbələ-Bakı magistral yaşayış məntəqəsindən və çaydan keçən hissəsi

Mühəndisi-geoloji şəraitdən asılı olaraq, magistral su kəmərinin istismarının təhlükəsizliyinə dair qiymətləndirmə aparılarkən, dinamik proseslərin inkişafını bilmək çox vacibdir. Belə təhlükələrdən qaçmaq üçün müxtəlif şəraitdə qruntda baş verən dəyişikliklərə görə gərginləşmənin qiymətləndirilməsi lazımdır.

İstismarda olan kəmərin təhlükəsizliyinin və geodeziya monitoring məsələsinin həllinin təmin olunması məqsədi üçün CİS texnologiyalarından istifadə etməklə verilənlər bazası yaradılmalıdır. Bunlar aşağıdakı xüsusiyyətləri özündə əks etdirməlidir:

- ✓ Verilənlər bazasında kəmərin təyini və strukturu haqqında məlumatlar;
- ✓ Müəyyən olunmuş hadisələrə görə qarşılıqlı əlaqələr;
- ✓ Verilənlər bazasında saxlanılan hadisələrin əsas xassələrinin təyin edilməsi;
- ✓ Baş vermiş hadisələrin xassələrinin arasındakı əlaqələrin aşkarlanması;
- ✓ Hadisənin bütün xassələri, məntiqi yazıların ümumi cədvələrinin tərtib edilməsi;
- ✓ Giriş və çıxış verilənlərinin yaradılması forması.



Şəkil 9. Obyektin atributlarının yaradılması

Bu günkü günə qədər baş vermiş qəzaların statistikasına nəzər yetirsək görürük ki, magistral kəmərlərdə eyni koordinatlarda olmaqla, baş vermiş qəzaların tezliyi ən çox təhlükəli sayılan hansı ki, yüksək dinamik geokrioloji (donuşluq elmi) proseslərin baş verdiyi ərazilərdə baş verir [2,10].

CİS texnologiyalarının tətbiqi ilə magistral borularda risklərin qiymətləndirilməsi çox vacibdir: relyefin, axar suların, bitkilərin, seysmik təsirlərin və s. kəmərlə ətrafı formalaşdıracaq təhlükəli proseslərin parametrlərinin təyin edilməsi vacibdir. İstismarın təhlükəsiz təminatına nail olmaq üçün GİS-in istifadəsində aşağıdakı modellərin qurulmasına ehtiyac olacaqdır [8].

- Kəmərlə boyu təbii-texnogen təsirin intensiv əmələgəlməsinə görə rayonlaşdırmanı ayırd etmək;
- Potensial təhlükələrin indentifikasiyasını və inventarizasiyasını müəyyən etmək;
- Mürəkkəb təbii-texniki sistemin kompleks ekoloji monitoringinin aparılmasını təmin etmək;
- Antropogen, texnogen və təbii təsir fonlarında proqnoz qiymətləndirmənin analizi-ni aparmaq.

Bütün sadalanan hadisələrin kartoqrafik əsaslar daxil olmaqla kəmərin elementlər, geodeziya monitoring vasitələr, zonalar və rəqəmsal modellər hamısı verilənlər geoinformasiya sisteminin baza məlumatlarını təşkil edir.

Risqlərin qiymətləndirilməsi və onların idarə edilməsi dedikdə magistral su kəmərlərində istismar zamanı arzuolunmaz hadisələrin baş verməməsi üçün praktiki fəaliyyət elə qurulmalıdır ki, su təchizatı məsələsi düzgün idarə edilsin. İdarəetmə dedikdə isə riskin minimuma endirilməsi yollarının müyyən edilməsindən başa düşülür. Bunun üçün qiymətləndirmə belə ardıcılıqla ola bilər:

- təhlükənin ilkin identifikasiyası,
- təhlükənin yaranma səbəbinin təsvir edilməsi,
- riskin ehtimal analizi,
- keyfiyyət və kəmiyyət parametrlərinin tam xarakteristikası,
- statistikanın aparılması,
- risk hadisələri haqqında elmi müzakirələrdə məlumatların yayılması.

Qəza hallarının əmələ gəlmə səbəblərinin və fəvqəladə vəziyyətin yaranmasının proqnozlaşdırılması üçün mütləq informasiya texnologiyalarından istifadə, modelləşdirmənin təmin edilməsi və maksimal dəqiq proqnoz məlumatlarına əsaslanmaqla hadisə baş verən məkana uyğun rəqəmsal xəritələrdən məsələn, su basma, bataqlıqlaşma zonaları, seysmik aktiv zonalar, sürüşmə zonaları və sairə məqsədlər üçün istifadə edilməsi və başqa risk faktorlarının nəzərə alınması əsas sayıla bilər [3,4].

Burada mövzuya uyğun tədbirlər nəticəsində risk tezliklərinin qiymətləndirilməsinə nail olduqdan sonra aparılacaq monitoring işlərinin intensivliyini müəyyən etmək imkanı yaranacaqdır.

1. Risk ehtimal olunan tezliyə görə risk növləri müəyyən ediləcəkdir.
2. *Yüksək risklər*-bura aid ediləcək yüksək tezlikli risklər.
3. *Orta risklər*-bura aid ediləcək orta tezlikli risklər.
4. *Kiçik risklər*-bura aid ediləcək az ehtimal olunan risklər.

#### Ədəbiyyat siyahısı

1. Слепцов О.И., Левин А.И., Стручкова Г.П. Безопасность газодобывающей отрасли // в книге Безопасность Республики Саха (Якутия): социальные, экономические и техногенные проблемы. – Новосибирск: Наука, 2008. – 296 с.
2. Стручкова Г.П., Капитонова Т.А., Слепцов О.И. Оценка влияния экзогенных процессов на объекты нефтегазового комплекса в условиях криолитозоны // Проблемы безопасности и чрезвычайных ситуаций. – 2011. – № 2. – С. 53–59.
3. Слепцов О.И., Аковецкий В.Г., Стручкова Г.П. К вопросу управления безопасностью магистральных газопроводов // Труды II Евразийского симпозиума по проблемам прочности материалов и машин для регионов холодного климата. Пленарные доклады. – Якутск, 2004. – С. 220–223.
4. Слепцов О.И., Капитонова Т.А., Стручкова Г.П. Моделирование возникновения аварийных ситуаций при транспортировке углеводородного сырья в условиях криолитозоны // II Всерос. Конф. «Безопасность и живучесть технических систем». – Красноярск, 2007. – С. 88–91.
5. Хлебникова Т.А.Х553., Создание цифровых карт и планов средствами ГИС «Панорама»[Текст] : учебно-метод. Пособие / Т.А. Хлебникова. – Новосибирск: СГГА, 2007.– 125 с.
6. <http://www.gkhprofi.ru/news.php?id=748>.
7. [www.spf.ccr.ru](http://www.spf.ccr.ru), [www.stroy-press.ru](http://www.stroy-press.ru).
8. <http://www.fundamental-research.ru/ru/article/view?id=34032>.
9. [http://archvuz.ru/2012\\_2/9](http://archvuz.ru/2012_2/9).
10. <https://ru.wikipedia.org/wiki/Геоэкология>.

## **ПРОВЕДЕНИЕ АНАЛИЗА РИСК ФАКТОРОВ В МАГИСТРАЛЬНЫХ ТРУБОПРОВОДАХ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ТЕХНОЛОГИЙ ГЕОГРАФИЧЕСКИХ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ**

**Гурбанов Ч.З., Алиев Р.А.**

*ООО Каспий Бизнес Менеджмент и Консалтинг, Азербайджан, AZ1052  
chingiz.gurbanov@cbmc.az, rovshen.aliyev@cbmc.az*

### **РЕЗЮМЕ**

Иногда проведение анализа риск факторов в Географических Информационных Системах (ГИС) не помогает в решении проблем получения многочисленной информации о любом объекте, до визуализации этих сведений в географической карте. К примеру, при исследовании сведений о количестве происшествий в магистральных трубопроводах, дорожно-транспортных происшествий и т.п., замечаем, что они тесно связаны с другими факторами: наличием опасных проездов, неровностью дорожного покрытия, интенсивностью транспорта, снижением давления воды в магистральных трубопроводах, изменением температуры в атмосфере, влиянием антропогенных и техногенных, экзогенных и эндогенных процессов, некоторыми факторами, зависящими от морфологии места прохождения трубопровода. Визуализация происшествий на карте дает возможность описания критических областей, что имеет большое значение в предотвращении нежелательных происшествий и принятии правильных решений.

## **CONDUCTING ANALYSIS OF RISK FACTORS IN THE MAIN PIPELINE USING THE TECHNOLOGY OF GEOGRAPHIC INFORMATION SYSTEMS**

**Gurbanov Ch.Z., Aliyev R.A.**

*Caspian Business Management & Consulting LLC, Azerbaijan, AZ1052,  
chingiz.gurbanov@cbmc.az, rovshen.aliyev@cbmc.az*

### **SUMMARY**

Sometimes the analysis of risk factors in the Geographic Information System (GIS) does not help in solving the problems of obtaining abundant information about any object, by then, visualize this information in a map.

For example, in the study of information about the number of accidents in main pipelines, road accidents, etc., we see that they are closely related to other factors: the presence of dangerous passages, uneven road surface, the intensity of transport, reduction of water pressure in the main pipelines, the temperature change in the atmosphere, the influence of antropogenic and technogenic, exogenous and endogenous processes, some factors, depending on the morphology of the pipeline passing places. Visualization of accidents on the map makes it possible to describe the critical areas, which is important in preventing unwanted accidents, and making the right decisions.

## **ДРЕНАЖНАЯ СИСТЕМА В НОВГОРОДСКОЙ ОБЛАСТИ - «Историческое Наследие Мировых Водных Ресурсов»**

**Бондарик И.Г.**

*Российская Академия Наук, Всероссийский научно-исследовательский институт гидротехники и мелиорации им.А.Н.Костякова, ruscid@mail.ru*

На 63-м заседании Международного исполнительного совета МКИД, состоявшегося в Аделаиде (Австралия) в 2012 году президент МКИД предложил учредить процесс признания исторических ирригационных сооружений как объектов всемирного наследия под эгидой МКИД. Соответственно, была создана целевая группа, для разработки основных принципов и процедур для выбора исторических ирригационных сооружений. Схема выбора была обсуждена в ходе совещания Рабочей группы по истории и на заседании 65-го Международного Исполнительного Совета. Позднее были предложены определенные изменения в рамках Схемы. Настоящая Схема была пересмотрена и обновлена для того, чтобы включить как старые эксплуатационные ирригационные структуры, а также структуры, которые имеют в основном архивную ценность. МКИД также выдвинул предложение на 50-м заседании Всемирного Водного Совета (WWC) в октябре 2013 г.о создании совместной программы «Исторического наследия мировых водных ресурсов» (WSH). Организационный комитет представил правовое обоснование, стратегию, основные принципы, финансовые аспекты и сроки для запуска программы. В марте 2016 года, программа была утверждена, и начала действовать с ноября 2016 года.

Данная программа направлена на выявление и сохранение систем управления водными ресурсами организацию, режимы и правила, как нематериальное наследие, имеющее выдающуюся ценность для всего человечества, которое создает социальную систему сосуществования человечества и здоровой окружающей среды и давая им признание.

Цель: историческая оросительная и / или дренажная структура должна отвечать определенным критериям, изложенным в обосновывающем документе, тогда она будет признана в качестве «Исторического Наследия мировых водных ресурсов». Основными задачами признания ирригационных сооружений в качестве «Исторического наследия» являются:

- Отслеживание истории и понимание эволюции орошения в мировых цивилизациях.
- Сбор и анализ информации об исторических ирригационных сооружениях со всего мира,
- Понимание их значительных технических достижений и уникальных особенностей, которые были внесены в проект в течение столь длительного периода;
- Понимание философии и мудрости в области устойчивого орошения древнейших оросительных структур; а также
- Для защиты / сохранения этих исторических ирригационных сооружений

Национальный комитет по ирригации и дренажу российской Федерации представил в качестве номинации для признания "Исторического наследия МКИД" дренажную систему, построенную академиком Н.И. Железновым в его имении Матвейково/Нароново.

Роща академика Железнова – это первое в России поле, осушенное закрытым гончарным способом. Она не имеет аналогов в Европейской части нашей страны и признана единственным в Новгородской области памятником природы федерального значения. Известно, что хутор Матвейково, представлявший собой участок



заболоченного леса, подарила академику его жена Вера Васильевна (в девичестве Зиновьева). Н.И.Железнов обратился к восстановлению угодий запущенной усадьбы. Здесь перед ним открылись широкие возможности для практической деятельности в области лесоводства и опытов по акклиматизации растений. Но больше всего его занимали дренаж и сопряжённые с ним занятия.

Работы по созданию парка в Матвейково Николай Иванович начал с осушения местности. В своем отчете он писал: «...В Нароново устроено подземное осушение для определения степени выгодности этого улучшения для русских хозяйств...» В 1856 году в своем имении Николай Иванович построил гончарный завод для производства дренажных трубок из обожженной глины. Получив первую партию труб, он заложил их на глубине от 1,2 до 2,1 м и на расстоянии между дренажными линиями от 8,5 до 11,3 м преимущественно во вновь распланированной усадьбе Матвейково в четырех километрах от Нароново. Устроив такую мелиорацию, академик на практике проверил её влияние на урожай - дренаж успешно работал, осушая лесные и полевые участки. Воду из дренажной системы он частично собирал в специально устроенных колодцах и использовал в хозяйстве, соорудив оригинальное водопроводное устройство, для которого использовал воду, вытекающую из заложенных им дренажных труб (она была чистой, хорошо профильтрованной и годилась для питья). Конец одной трубы он вывел в помещённый в подвале дома резервуар (бак), откуда вода поднималась насосом в верхние этажи. Воды оказалось с избытком, и, как вспоминали старожилы, учёный даже устроил на балконе дома перед своим кабинетом небольшой фонтан.

За изучение дренажа, введённого в северной полосе России, Железнов получил в 1857 году Большую золотую медаль от Вольного экономического общества. Все теоретические и практические основы мелиорации он изложил в своей книге «Осушение полей». Прошло полтора века, а дренаж, заложенный когда-то учёным, осушает лесные и полевые угодья и в наши дни.

На месте прежних болот Железнов развёл обширный огород и хороший фруктовый сад, деревья и кустарники, которые он пересаживал из устроенного им питомника. Имелся в Матвейкове и распланированный в пейзажно-регулярном стиле парк – уникальный в нашем суровом климате. Вместе с рощами, полянами и лужайками, куртинами и аллеями, прудом и водохранилищем на маленькой речке Кривчаге его площадь составляла 42 га. Здесь соседствовали друг с другом представители местной флоры и культурные насаждения сибирской и европейской пихты, сибирского кедра, лиственницы, туи западной и т.п.

Чтобы опыты дали надёжные результаты и имелась возможность делать сравнительные наблюдения за урожайностью осушенных и контрольных участков, нужно было проводить метеорологические наблюдения. С этой целью в полуверсте от усадьбы Нароново была организована метеостанция, где собирались сведения о климате: вёлся учёт показателей температуры воздуха, абсолютной и относительной влажности, направления и силы ветра, количества осадков (дождя и снега) и проч.

Учёному удалось заполучить из Главной физической обсерватории двух опытных специалистов, один из которых (Усов) вёл наблюдения все восемь лет существования метеостанции (с 1854 по 1862 гг.). Благодаря ему современные учёные сделали вывод о том, что климат Новгородчины за прошедший 150-летний период стал более тёплым и влажным.

На северном склоне Валдайской возвышенности вблизи сел Нароново и Матвейково Н. И Железнов заложил древесный питомник, для чего использовал семена и растения, привезенные из Санкт-Петербурга, Риги, Сибири и из-за рубежа. Подросшие в питомнике деревья и кустарники были высажены в 1853 – 1860 гг. рядом с селом Матвейково. Здесь наряду с местными породами выращивали пихту европейскую и сибирскую, кедр сибирский, лиственницу сибирскую, тую западную,

березу граболистную, вяз и другие породы. Из семян, присланных из Сибири, Н. И. Железнов создал пихтовые насаждения. В настоящее время парк в Матвейкове, представленный аллеями из вековых дубов, вязов, лип, пихты сибирской, туи, айвы китайской, лиственниц, венгерской сирени и других пород, известен как «Роща академика Н. И. Железнова». Лучшие экземпляры пихты, растущие здесь, в возрасте 130 лет достигли высоты более 40 м и диаметра на высоте груди около 1 м. Лиственница сибирская имеет соответственно показатели 38 м и 90 см, кедр сибирский – 26 м и 68 см. В аллеях высота туи западной достигает 15 м. Поразительно то, что эти деревья, выросшие на новгородской земле, превосходят по некоторым показателям своих сестёр в Сибири! К тому же «гости» дали прекрасное потомство, и сегодня в парке можно увидеть уже три поколения их «сыновей» и «дочек».

Для детального изучения уникальных участков были привлечены известные специалисты и ученые. В 1981 году в Матвейково была организована экспедиция с участием сотрудников Новгородской опытно-мелиоративной станции СевНИИГиМа. И.М.Бурматов и В.Т.Николаенок провели вскрытие дренажных линий мелиоративной сети. Были установлены глубина закладки дрен, параметры дренажных труб, отсутствие защиты стыков между дренажными трубками, углы стыковки дрены с коллектором и т.д. Осознавая уникальность этого участка, в 1981 году специалисты лесного хозяйства (под руководством А.Н.Авдеева) из загущенных древостоев взяли дички пихты сибирской и пересадили их на лесосеменные участки и лесокультурные площади в Новгородском, Крестецком и Окуловском районах Новгородской области, где они успешно прижились.

В 1990 году были проведены повторные работы по обследованию парка в Матвейково силами ученых Псковской ЛОС ЛенНИИЛХА. При этом были выделены плюсовые деревья пихты сибирской и лиственницы сибирской. Затем постановлением Новгородской областной думы от 29.07.1996 г. №406-ОД урочище «Матвейково» (Марат) с прилегающими лесами и сельхозугодиями объявлено памятником природы регионального (областного) значения «Заручевье». При поддержке Администрации Новгородской области и Окуловского района ведутся работы по восстановлению усадьбы: расчистка аллеиных посадок, осушительной системы, уборка сухостойных и упавших деревьев (захламливания), вырубка поросли дерна, ольхи, ивы, устройство переходных мостов и брода, расчистка проточных прудов, изготовление и установка стенов и указателей границ памятников природы и т.д.

По выявленным уникальным участкам администрацией Окуловского района были подготовлены необходимые материалы и оформлено специальное обоснование на признание денной территории памятником природы. Постановлением Новгородской областной Думы от 23.06.2004 №748-III ОД получило статус особо охраняемой территории, памятника природы регионального значения, и утвердило описание границ и режим охраны объекта. Ежегодно начиная с 2004 года, в Матвейково проводится совместный трудовой десант РГАУ-МСХА под руководством проректора И.П.Прохорова и Новгородского Государственного Университета.

На заседании 67 Международного исполнительного совета МКИД 8 ноября 2016 года в городе Чианг-Май в Тайланде были получены документы и наградная плакетка "Дренажная система в Новгородской области" признана объектом "Исторического наследия мировых водных ресурсов" и внесена в реестр МКИД. Это единственный мелиоративный объект в Европе, внесенный в список объектов «Исторического наследия МКИД».

Уникальная дренажная система, заложенная впервые в России как научный эксперимент, должна быть сохранена, при необходимости реконструирована и может служить не только памятником, но и стационарным объектом, как для научных целей при подготовке специалистов сельского и лесного хозяйства.

### Список литературы

1. Михайлов Д.А. парк академика Железнова на Новгородчине// Чело, №1 2002. С.53-59
2. Авдеев А.Н. В лесах Новгородчины: Краткий очерк истории развития лесных отношений и науки о лесе на Новгородской земле Ст.Руса –1998–.с.34-37
3. Авдеев Э.А. Новгородское имение Н.И.Железнова. Вчера, сегодня, завтра. Материалы конференции к 190 летию со дня рождения Н.И. Железнова, РГАУ-МСХА – 2006
4. Авдеев А.Н., Балун О.В., Авдеев Э.А.Основные направления развития лесных отношений и науки о лесе на Новгородской земле.,В.Новгород,2015 –с.99-110.

# WATER TREATMENT AND DESALINATION USING PVDF NANOFIBROUS MEMBRANE IN MEMBRANE DISTILLATION METHOD

Moradi R.<sup>1</sup>, Mehrizade M<sup>2</sup>., Niknafs H.<sup>3</sup>

<sup>1</sup> School of Engineering and Applied Science, Department of Chemical Engineering ,  
Khazar University, Baku, rmoradi@khazar.org

<sup>2</sup> School of Engineering and Applied Science, Department of Petroleum Engineering ,  
Khazar University, Baku, Mmehrizadeh@khazar.org

<sup>3</sup> School of Engineering and Applied Science, Khazar University, Baku, Hniknafs@khazar.org

**Abstract.** In This work, a new kind of nanofibrous membranes were prepared by electrospinning of PVDF blend solutions on the surface of porous polypropylene sheets. The performance of fabricated membranes for desalination of water by using Air-gap Membrane Distillation (AGMD), has been evaluated. The results show that inducing nanofibrous structure improves the membrane properties and directly enhances the separation factors of the AGMD process. Salt rejection capacity of the PVDF electrospun membrane was increased in comparison to commercial one.

**Keywords:** Water Treatment, Membrane Distillation, PVDF, Nanofibrous Membrane.

## Introduction

Today's the supplying of the fresh water is one of the critical challenges in the world. Membrane distillation (MD) is a promising technique for desalination and water treatment because of its high salt separation and low energy cost [1]. MD is the membrane-based process wherein the driving force is a vapor pressure difference across the membrane [2]. The MD processes include various configurations e.g., direct contact membrane distillation (DCMD), air gap membrane distillation (AGMD), sweeping gas membrane distillation (SGMD) and vacuum membrane distillation (VMD) [3]. AGMD has an additional air gap between the cool surface and membrane. The use of an air gap configuration arises from the possibility to condensing the permeate vapors on a cold surface rather than directly in a cold liquid and the permeate concentration is not in direct contact with the membrane [4]. Poly(vinylidene fluoride) (PVDF) has been extensively studied over the past several years as the membrane preparation materials. Due to its high hydrophobicity and good process-ability, PVDF is appropriate for application in membrane distillation (MD). Electrospinning is a simple and fashionable method for producing sub-micron to nanofibers based on a strong electric field to a polymer solution/melt [5].

## Experimental

PVDF was analytical grade from Aldrich, (USA). Acetone and DMAC were also purchased from Sigma-Aldrich. Double distilled deionized water used in all experiments. High purity NaCl purchased from Merck. Commercial PVDF membrane was obtained from Millipore, Germany. All other solvents were analytical grade and double distilled water used in experiments. The membranes for desalination were prepared by electrospinning polymer solutions containing 10gr PVDF, and specific weight fractions of graphene which are defined at Table 1. DMAc/Acetone solvent mixture with a ratio of 1:1 (w: w) was used as the main solvent for dissolving of the PVDF polymer. The polymer solutions were stirred at 50 °C for 1-2 h and then were sonicated in water bath at 70 °C for 2 h. The resulted homogenous solutions were used for electrospinning. 10 ml of the homogenous solution was put in a syringe and was electrospun at a rate of 2 ml/h by applying a voltage of 18 kV between needle and rotating collector. The collector surface was covered with a porous PP sheet and electrospinning was carried out on it. The formed membranes were dried at 50 °C for about 5h to evaporate the solvents.

Table 1. Composition of electrospinning polymer solutions.

PVDF (wt %)	DMAC (wt %)	Acetone (wt %)
20.00	40.00	40

Field emission scanning electron microscopy (FE-SEM, F4160, HITACHI Japan) was used for observation of the prepared membranes morphologies. For the measurement of hydrophobicity of samples, the water contact angle goniometer (Dataphysics, Germany), was use. Flame emission photometer (Jenway, UK) was used for determination of NaCl concentration in the permeate samples. Fig.1 shows a schematic diagram of the AGMD experimental set-up. The feed (hot solution) and cold water were cycled with peristaltic pumps through the module. The hot feed was water and NaCl with different concentrations 2 and 10 wt% which was heated up to 70°C with thermo-stated heater inside feed container, before pumping toward membrane separation unit. The cold water was kept at 20 °C with 500 W water coolers. The gap of module was created with aluminum sheet with 1mm thickness. The distance between the aluminum sheet and membrane surface was about 5mm. The temperature of feed and cold streams, inlet of module hot section was monitored with the PT100 thermometer which is inserted directly into that space. During the desalination processes, all junctions and tubes were insulated with foams. In each AGMD experiment the 2.0 liter of the water with specified concentration of NaCl salt was proceeding. The Feed and cold water stream flow rates both fixed at 50 ml/min which supplied by peristaltic pump. The filtration percentage or separation factor for the prepared membranes was calculated by the below equation:

$$\text{Filtration (\%)} = \frac{C_f - C_p}{C_f} \times 100,$$

where  $C_f$  and  $C_p$  are respectively the NaCl salt concentrations in the feed and permeate streams.

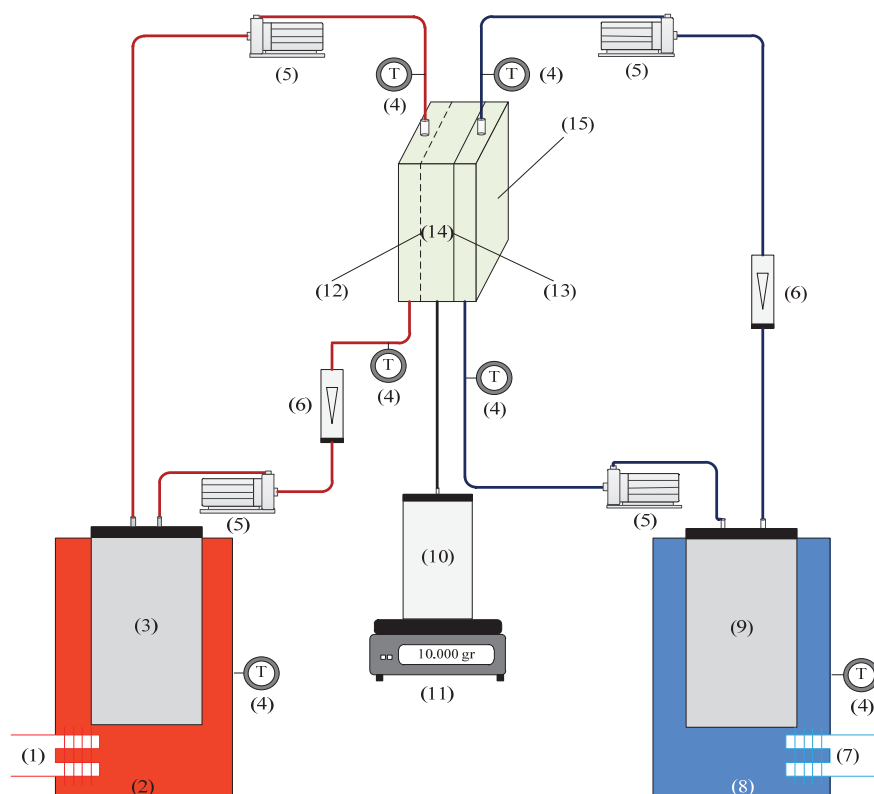


Fig.1. Schematic of AGMD experimental set-up (1) Water heater (2) Hot water bath (3) Feed tank (4) Thermocouple (5) Peristaltic pump (6) Flow meter (7) Water Cooler (8) Cold water bath (9) Cooling liquid (10) Permeate tank (11) Balance (12) Membrane (13) Cold plate (14) Air gap (15) AGMD module

## Results and Discussion

Through inducing nanofibrous structure into PVDF membrane the network-like structure could be obtained as shown in Fig.2. This kind of membrane was employed for desalination and water treatment purposes. The average thicknesses of the obtained nanofibers, are about 200nm. As shown in SEM image of Fig.2 The maximum pore size is measured to be around  $2.1\mu\text{m}$  and the average pore size is about 450nm. By using electrospinning, effective reducing of the formation of skin-layer on the dried polymer surface could be achieved which has undesirable impact on hydrophobicity, porosity as well as MD permeate flux.

The wettability tests exhibit that synthesized electrospun membrane exhibits higher water contact angle of around  $110^\circ$  compared to commercial PVDF membrane. This property result in appropriate hydrophobicity of the membrane that prohibit the membrane pore wetting. The reducing in the membrane wetting characteristics enhances its water treatment efficiency in MD process and increases salt rejection efficiency.

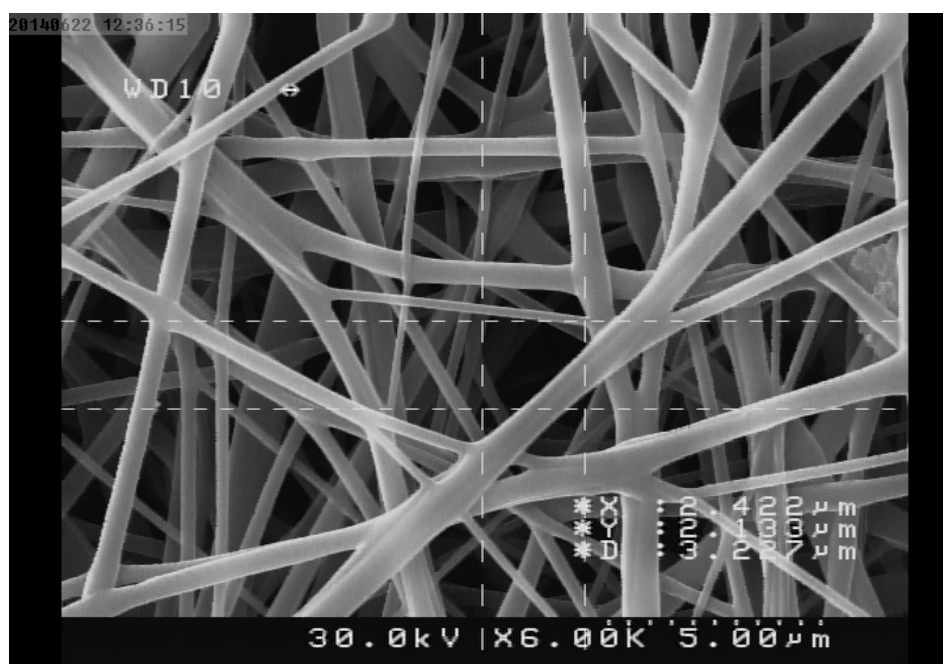


Fig. 2. SEM image of prepared nanofibrous membrane.

Series of water desalination experiments have been performed to examine the performance of synthesized membrane for water treatment purposes. The detail of the AGMD desalination tests is shown in Table 2 and Table 3 for commercial PVDF and PVDF electrospun membranes. Initial concentration of salt in the feed solution and in the permeate stream are determined using flame photometer and presented.

Table 2. AGMD parameters and conditions for commercial PVDF membrane

Feed Volume ml	Feed initial NaCl Concentration wt%	Permeate NaCl Concentration ppm	Permeate volume ml	Running time min
1000	2	Not Detected	100	130
1000	10	18	100	140

Table 3. AGMD parameters and conditions for synthesized nanofibrous PVDF membrane

Feed Volume ml	Feed initial NaCl Concentration wt%	Permeate NaCl Concentration ppm	Permeate volume ml	Running time min
1000	2	Not Detected	100	132
1000	10	Not Detected	100	145

The results of AGMD salt rejection tests for various concentration of NaCl, and two different type of commercial PVDF and synthesized PVDF membranes represented in Table 2 and 3 respectively. Comparison between these two kinds of results shows that the PVDF nanofibrous membrane has the better performance and good filtration efficiency. Therefore, the introduced membrane and process could be successfully employed for water treatment and desalination purposes.

### **Conclusions**

The electrospun nanofibrous membrane has been produced using PVDF blend solution and successfully employed for water treatment purposes. The AGMD performance of prepared membrane for filtration of salt in water were assessed in comparison with PVDF commercial membrane. The results indicate that properties of the synthesized membrane are better than commercial PVDF membrane. The hydrophobicity of synthesized nanofibrous membranes has been studied using water contact angle measurement which show that nanofibrous structure of the PVDF membrane enhance hydrophobicity as well as salt rejection efficiency.

### **List of literature**

1. Hanemaaijer J.H., vanMedevoort J., Jansen A.E., Dotremont C., van Sonsbeek E., T.Yuan, DeRyck L. Memstill membrane distillation a future desalination technology: Desalination, 199 (2006), p.175-176.
2. Wang K.Y., Foo S.W., Chung T.S., Mixed matrix PVDF hollow fiber membranes with nanoscale pores for desalination through direct contact membrane distillation: Ind.Eng.Chem.Res., 48 ( 2009), p.4474–4483.
3. J.Z. Zhang, N. Dow, M. Duke, E. Ostarcevic, et al. Identification of material and physical features of membrane distillation membranes for high performance desalination: Journal of Membrane Science, 349 ( 2010), p.295–303.
4. Koschikowski J., Wieghaus M., Rommel M., Cipollina A., Micale G., Rizzuti L., Membrane distillation for solar desalination. In: (Eds.), Seawater Desalination : Springer-Verlag, Berlin & Heidelberg, (2009), p.140-230.
5. Alklaibi A.M., Lior N. Membrane-distillation desalination: status and potential: Desalination, 171 (2004), p.111–131.

## **УСТАНОВЛЕНИЕ ДОПУСТИМОЙ НАГРУЗКИ НА ОСНОВАНИЕ НИЗКОНАПОРНЫХ ПЛОТИН НА МНОГОСЛОЙНЫХ ГРУНТАХ**

**Палуанов Д.Т.**

*Научно-Исследовательский Институт Ирригации и Водных Проблем, город Ташкент,  
Узбекистан, doni\_pol@mail.ru*

Из-за отсутствия нормативно-технической документации по проектированию и строительству основания низконапорных плотин на многослойных слабых грунтах является весьма актуальной проблемой. Настоящая мировая практика подтверждает, что низконапорные плотины играют важную роль в управлении использованием воды в различных отраслях экономики страны. Потому что, низконапорные сооружения наиболее распространенный класс сооружений как бетонные, так и грунтовые. Особо отметить, что важными факторами строительства таких сооружений является то, что они не требуют высокой материалоемкости, трудоемкости и высокой стоимости, а также длительной срок строительства и самое главное, независимо от назначения строительства сооружений, их можно построить в любых климатических, геологических и гидрологических условиях местности.

Сложившаяся экологическая ситуация в регионе Приаралья, связанная с усыханием Аральского моря является глобальной проблемой. Для смягчения данной проблемы на этих территориях созданы локальные водоемы в целях обеспечения населения устойчивыми водными ресурсами. А проектируемые сооружения на них должны строиться на участках, которые ранее рассматривались как непригодные с геологической точки зрения.

По данным проф. Е.Курбанбаева [1], геологический разрез участка выбранного территории представлен аллювиальными супесями, суглинками и пылеватými песками. Четвертичные аллювиально-дельтовые отложения имеют горизонтальное линзовидно-слоистое строение. Геологическое строение участка до глубины 7 м представляется в следующем виде: ниже подошвы почвенно-растительного слоя (0,3 м) в основном залегают пылеватые пески мощностью 0,4-4,5 м, реже супеси мощностью 0,3-3,8 м и суглинки мощностью 0,6-5,8 м. ниже этих слоев наблюдается переслаивание толщ супесей, суглинков и пылеватых песков.

Опираясь на геологические результаты, нами сформулирована гипотеза изучения напряженно-деформированного состояния основания проектируемого сооружения под действием сила тяжести сооружения и сила гидростатического давления воды верхнего бьефа. Исследование напряженно-деформированного состояния на модели является одной из этапов для проектирования и строительства основания низконапорных плотин. Это свидетельствует о том, что обеспечение несущей способности основания проектируемого сооружения, на какую статическую нагрузку (вес сооружения и гидростатическое давление воды) можно установить на основание и на основе которых, можно принимать соответствующие меры по обеспечению безопасности основания проектируемого сооружения.

Для численного решения задач при сложной форме многослойных грунтов основания проектируемого сооружения нами использован метод конечных элементов (МКЭ) [2,3]. Исходя из геологического разреза, геометрические размеры модели: мощность каждого грунтового слоя одинакова и составляет – 2,3 м; высота плотины – 8 м; длина – 87 м; длина основания до и после плотины принята – 30 м. Глубина воды верхнего бьефа – 7 м (рис. 1).



Физико-механические параметры: модуль упругости ( $E$ ): песок – 156 МПа; супесь – 242 МПа; суглинок – 55 МПа; грунт плотины – 30000 МПа; плотность песка и супеси – 1,81 т/м<sup>3</sup>, суглинка – 2,03 т/м<sup>3</sup>; плотины – 2,03 т/м<sup>3</sup>.

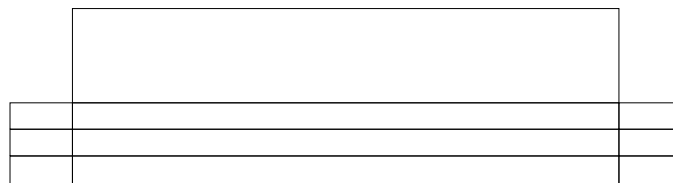


Рис. 1. Исходная модель проектируемого сооружения

Исходным уравнением при расчете МКЭ является вариационное уравнение принципа возможных уравнений, согласно которому сумма работ всех сил на возможных перемещениях равна 0.

$$-\int_{V_n} \sigma_{ij} \delta \varepsilon_{ij} dV_n + \int_{V_n} \vec{f} \delta \vec{u} dV + \int_{\Sigma} \vec{P} \delta \vec{u} d\Sigma = 0, \quad i, j = 1, 2, n = 1 \dots 4 \quad (1)$$

Здесь:  $\varepsilon_{ij}$ ,  $\sigma_{ij}$  – соответственно, тензоры деформаций и напряжений;  $\delta \vec{u}$ ,  $\delta \varepsilon_{ij}$  – изо-хронные вариации перемещений и деформаций;  $\vec{f}$  – вектор массовых сил;  $\vec{P}_1$  – вектор внешних сил (гидростатическое давление воды), приложенных к поверхности  $\Sigma$ .

Гидростатическое давление воды, действующие на плотины и дно верхнего бьефа определяется

$$\vec{p}(x, y, t) = \rho_0 g (h - y) \quad (2)$$

где:  $\rho_0$  – плотность воды;  $(h - y)$  – глубина точки на напорной грани плотины.

Приняты следующие граничные условия для рассматриваемой модели:

- нижняя граница модели жестко закреплена, т.е. возможные перемещения по осям отсутствуют

$$y = 0 ; \delta u = \delta v = 0 \quad (3)$$

- на боковых границах основания горизонтальные перемещения отсутствуют, возможно, только перемещение по вертикали

$$x = \pm L : \delta u = 0 \quad (4)$$

- на поверхности верхнего бьефа, включающего дно верхнего бьефа плотины и верховой откос плотины, действует гидростатическое давление воды, определяемое формулой (2);

- на нижнем бьефе и по гребню плотины нагрузка отсутствует.

Результатами явились следующие компоненты напряженно-деформированного состояния основания: вертикальные смещения точек модели «низконапорная плотина-неоднородное основание»; главные (сжимающие) напряжения; эквивалентные напряжения; касательные напряжения. Полученные компоненты сгруппированы по вариантам учитываемых условий. В начальной части каждого рисунка указаны диапазоны значений данного параметра в выделенных областях. Над каждым рисунком указаны наибольшие достигаемые значения для данного параметра при учитываемых факторах. Так на рис. 2 (0,0168 м) – это максимальные вертикальные смещения гребне плотины, находящейся только под действием собственного веса. Такое же смещение достигается на гребне плотины с учетом гидростатики. Здесь же видно, что серая по окраске зона распространяется вдоль всего основания верхнего бьефа, также испытывающего гидростатическое давление.

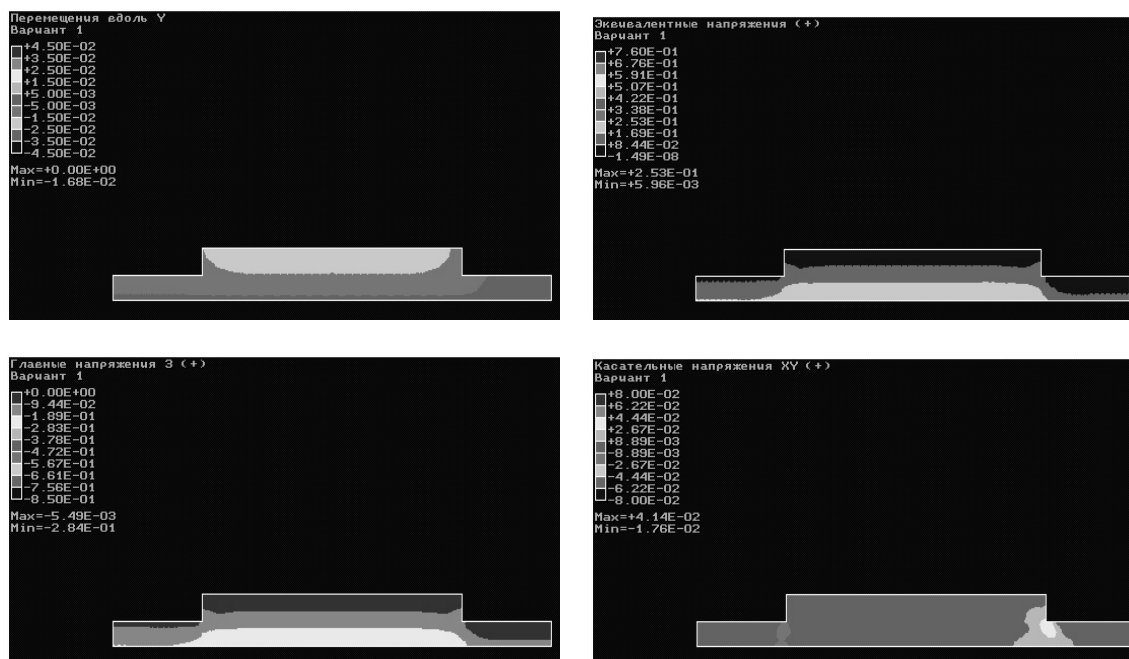


Рис. 2. Результаты исследования под действием силы тяжести сооружения и гидростатического давления воды верхнего бьефа

Результаты показывают, что комплексный учет всех факторов: веса и гидростатического давления нарушает симметричную картину смещения, неравномерно увеличивая осадку основания и тела плотины с левой стороны, т.е. на верхнем бьефе, на который приходится гидростатическое давление воды.

По представленным рисункам видно, что вертикальной осадке в большей степени подвергается центральная часть модели, включающая тело плотины и основание под ней. В первом случае, когда нагрузка представляется только собственным весом, деформация модели симметрична относительно вертикальной оси. Осадке подвергаются только области основания под плотиной и участки, непосредственно примыкающие к телу плотины. Здесь возникает угловая деформация и касательные напряжения, которые в других областях модели незначительны (рисунок с касательными напряжениями). Учет гидростатического давления воды на верхнем бьефе приводит к заметной осадке левого участка основания. Деформация основания за плотиной остается во всех случаях одинаковой. Это видно из представленных рисунков, которые даны в одинаковом масштабе. В целом, влияние гидростатической нагрузки на напряженно-деформированное состояние основания рассмотренной системы в данной задаче относительно невелико. Это объясняется малой глубиной воды верхнего бьефа, формирующей гидростатическую нагрузку, величина которой по сравнению с нагрузкой от собственного веса сооружения незначительна.

На основании вышеизложенного можно сделать следующие **выводы**:

1. Разработана плоская модель «плотина-основание» со скользящими боковыми границами для проведения расчета напряженно-деформированного состояния основания системы под действием статической нагрузки, представленной собственным весом системы и гидростатическим давлением воды на верхний бьеф.
2. Определены и проанализированы различные компоненты напряженно-деформированного состояния основания системы с учетом собственного веса и оценено влияние на них дополнительной нагрузки от гидростатического давления воды.
3. Выявлено, что вертикальной осадке в большей степени подвергается центральная часть модели, включающая плотину, оседающую как твердое тело, основание под ней и небольшие участки грунта, непосредственно примыкающие к

плотине. При этом учет собственного веса сохраняет симметричную картину деформации, тогда как дополнительная гидростатическая нагрузка увеличивает осадку верхнего бьефа.

### **Список литературы**

1. Аимбетов И.К. К вопросу надежного проектирования инженерных сооружений для создания искусственных водоемов в Южном Приаралье // Материалы II-Международ. науч.-прак. конф. «Научное обеспечение как фактор устойчивого развития водного хозяйства». – Тараз, 2016. – С. 181-184.
2. Зенкевич О. Метод конечных элементов в технике. – М.: Мир, 1975. – 541 с.
3. Сеницын А.П. Метод конечных элементов в динамике сооружений. – М.: Стройиздат, 1978.

## YÜKSƏK BULANIQLI YERÜSTÜ SULARIN REAGENTSİZ TƏMİZLƏMƏ TEXNOLOGİYASI

Əbülfətov A.Q.

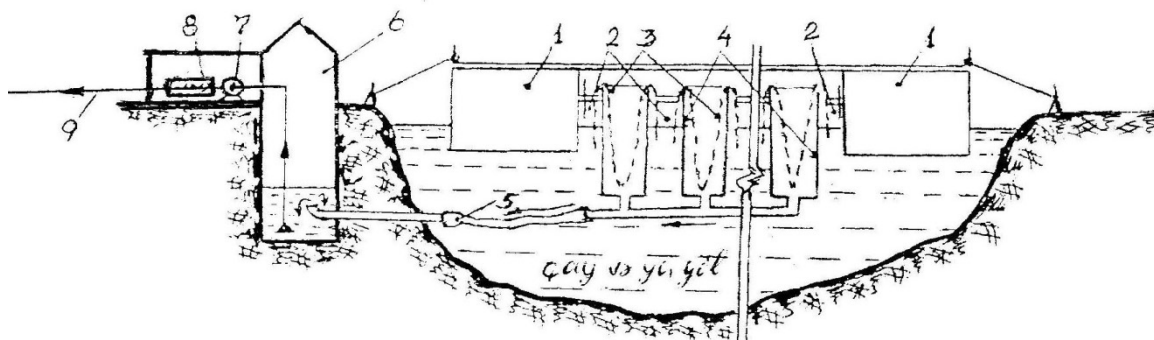
*Azərbaycan Elmi-Tədqiqat Su Problemləri İnstitutu, Bakı şəhəri, a.q.abulfatov @ gmail.com*

Elm və texnikanın hazırkı inkişaf səviyyəsinə baxmayaraq əhalini yüksək keyfiyyətli ekoloji təmiz su ilə təmin etmək hələdə günümüzün həllini gözləyən problemlərindən biridir. Bu onunla izah olunur ki, yüksək bulanıqlı yerüstü suların təmizlənməsində bir qayda olaraq üç pilləli (radial durulducular, horizontal durulducular və su süzgəcləri) su təmizləmə qurğularından istifadə olunur. Çoxlu kapital qoyuluşu və istismar xərcləri tələb edən bu qurğuların uzunmüddətli və dayanıqlı iş rejimini təmin etmək üçün mütləq şəkildə reagentlərdən ( $\text{FeCl}_3$ ,  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$  və s.) istifadə etmək lazımdır.

Etiraf etməliyik ki, əksər hallarda istər obyektiv istərsə də subyektiv səbəblərdən təmizlənəcək suyun bulanıqlıq dərəcəsinə uyğun olaraq suya qatılacaq reagentin dəqiq dozalarda verilməsi mümkün olmur. Bu səbəbdən bəzi hallarda içməli suyun tərkibində qalıq dəmir, alyuminiyum və digər metal ionlarının miqdarı normadan ( $\text{Fe}=0,3 \text{ mq/l}$ ,  $\text{Al}=0,5 \text{ mq/l}$  və s.) artıq olur və onların törətdiyi fəsadlar nəticəsində insan orqanizminin xəstəliklərə qarşı imunitetin zəifləyir [1]. Ona görə də, Azərbaycan Elmi-Tədqiqat Su Problemləri İnstitutunun “Suyun təmizləmə texnologiyası” laboratoriyasının əməkdaşları tərəfindən məqsədyönlü şəkildə yüksək bulanıqlı yerüstü suların heç bir kimyəvi maddə (reagent) istifadə etmədən təmizlənməsi prosesi tədqiq edilmişdir. Aparılmış tədqiqatların nəticəsi olaraq yüksək bulanıqlı (300-25000 mq/l) yerüstü suların reagentsiz təmizlənərək ekoloji təmiz içməli hala salınmasını mümkün edən iqtisadi cəhətdən sərfəli, konstruksiyası sadə və istismarı minimum vəsait tələb edən yeni ekspress su təmizləmə qurğusu (ESTQ) işlənib hazırlanmışdır [2].

ESTQ- qurğusunun analoqu tərəfimizdən aşkarlanmamışdır və bu qurğuda suyun təmizləmə mexanizmi, ağacların gövdəsində, budaqlarında və yarpaqlarının kapulyar borularında kök sistemi vasitəsiylə torpaqdan sovrularaq saflaşdırılmış suyun təbii kapilluyar qüvvə hesabına aşağıdan yuxarıya qalxaraq hərəkət etməsi mexanizminin eynidir [3].

Bitki aləmində olduğu kimi istənilən tərkibə malik olan təbii suyun kapulyarlar vasitəsi ilə saflaşdırılaraq təmizlənməsi [4] ESTQ qurğusu vasitəsi ilə içməli su təchizatı sisteminə tətbiq edilməsi bulanıq təbii suların reagentsiz təmizlənməsini mümkün etmişdir. ESTQ qurğusu iki variantda istifadə edilə bilər: birinci variantda üzgəclərdən (pontonlardan) istifadə etməklə birbaşa çay və ya göl suyu səthində üzən vəziyyətdə (şək.1); ikinci variantda isə sahilə, stasionar vəziyyətdə (şək.2). Bu halda birinci variantdan fərqli olaraq ESTQ qurğusuna su mənbəyindən (çay və ya göldən) su nasoslar vasitəsiylə verilir.

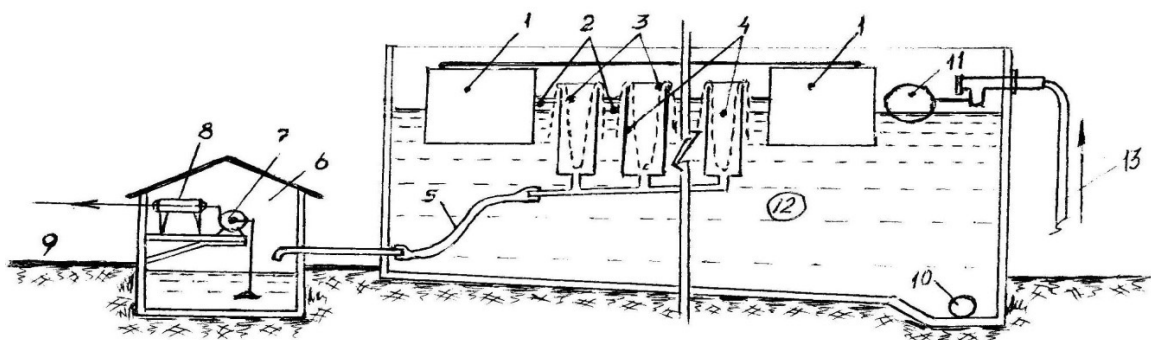


Şək.-1.Yüksək bulanıqlı təbii suların reagentsiz (koagulyantsız) təmizlənməsi üçün suda üzən bir pilləli ESTQ-1- qurğusunun texnoloji Sxemi

1-üzgəclər (pantonlar).2-suçəbuledici bölmələr. 3-kapilyar mikrosifonlaşdırıcı parça materialları.

4-şəffaflaşdırılmış suyuğma kameraları. 5-şəffaflaşdırılmış suyu xaric etmək üçün elastik boru.

6-sahildə təmizlənmiş su çəni.7-nasos qurğusu.8-ultrabənövşəyi bakterisid lampalar.9-tələbatçılara verilən içməli su



Şək.2. Yüksək bulanıqlı təbii suların reagentsiz (koaqulyantsız) təmizlənməsi üçün birpilləli sahil (stasionar) ESTQ-2 qurğusunun texnoloji Sxemi  
10-lil xaric etmək üçün boru. 11-ilkin təbii su toplama çənində su səviyyə tənzimləyici cihaz.  
12- ilkin təbii su toplama çəni. 13- çay və ya göldən nasosla verilən ilkin su borusu.

ESTQ qurğusu aşağıdakı qaydada işləyir. Üzgəclər (1) vasitəsi ilə qurğunun şəffaflaşdırılmış su yığma kameraları (4) elə quraşdırılır ki, kameraların üst (giriş) hissəsi çay və ya göl suyu səviyyəsindən 5-10 sm yuxarıda olsun. Bu vəziyyətdə kameralara (4) salınmış kapillyar mikrosifonlaşdırıcı parçanın (3) kameradan kənarda olan ucları ilkin su ilə təmasda olur və islanır. Təbii olaraq, parçanın (3) islanmış kapillyarlarında kapillyar qüvvə hesabına su yuxarı qalxır. Parçanın (3) davamı olan və kameraya (4) salladılmış uzun hissəsi vasitəsi ilə kapillyarlarla yuxarı qaldırılmış şəffaf su aramsız olaraq kameralara daxil olmağa başlayır. Beləliklə təbii şəkildə suyun kapillyarlarda mikrosifonlaşdırılması prosesi baş verir.

Kameralara (4) dolmuş şəffaf su elastik boru (5) vasitəsi ilə özüaxımlı şəkildə sahilə inşa edilmiş təmiz su çənlərinə (6) nəql edilir və oradanda nasos (7) vasitəsiylə boru şəkilli ultrabənövşəyi (şualanma) bakterisid lampalarından (8) keçdikdən sonra zərərsizləşdirilərək əhalinin istifadəsinə verilir.

Su mənbəyində olan suyun bulanıqlıq və rənglilik dərəcəsindən asılı olmayaraq ESTQ tipli qurğularda vahid səthə ( $1 \text{ m}^2$ ) görə məhsuldarlığı dəyişmir və uzun müddət (7 il elmi-tədqiqatlar zamanı)  $130-135 \text{ m}^3/\text{m}^2$  saat təşkil etmişdir.

ESTQ-qurğusunun və parça materialının su ilə yuyularaq təmizlənməsinə ehtiyac yoxdur, lakin sanitar nöqtəyi nəzərdən və yerli şəraitdən asılı olaraq 2-3 ildən bir xlorlu su ilə qurğunun yuyulması məqsədəuyğundur.

Yeni texnoloji sxemin tətbiqi ən-ənəvi, su təmizləmə texnoloji sxemlərdə olan, çoxlu vəsait və əmək tələb edən qurğuların və texnoloji proseslərin (reagent təsərrüfatından, durulducularla toplaşan lillə tullantılarının qurğulardan təmizlənilib utilizə edilməsindən, su süzgəclərinin yuyulma sularının utilizə edilməsindən və digər əməliyyatların) ixtisar edilməsini mümkün edir.

Bu səbəbdən də yüksək bulanıqlı yerüstü təbii suların təmizlənməsi üçün təklif olunan yeni birpilləli, reagentsiz ekspress su təmizləmə texnologiyasının tətbiqinə kapital qoyuluşu və istismar xərcləri anoloji texnologiyalarla müqaisədə uyğun olaraq 3,5 və 13 dəfə az tələb olunur.

Yaponiya dövlətinin ölkəmizdəki səfirliyi tərəfindən ayrılmış qrantın tenderinin qalibi olmuş, hər birinin dəyəri 30000 \$ və içməli suya görə məhsuldarlığı  $1 \text{ m}^3/\text{saat}$  olan iki ədəd ESTQ-1 tipli qurğuların biri Sabirabad şəhərinin Qalağayın qəsəbəsində məskunlaşdırılmış Fizuli rayon qaçqınlarını, ikincisi isə həmən qaçqınların digər hissəsini, Saatlı rayonunun Əlisoltanlı kəndində məskunlaşdırılanlarını yüksək keyfiyyətli içməli su ilə təmin etmək üçün tərəfimizdən 2002- ildə quraşdırılaraq istismara verilmişdir. Sabirabadda su mənbəyi Araz çayı Saatlıda isə Kür çayı olmuşdur.

Məhsuldarlığı  $2,5 \text{ m}^3$  olan ESTQ-3 tipli qurğu “Xırdalan şəhər təbii meyvə şirələri” zavodunda mərkəzləşdirilmiş təsərrüfat-məişət içməli suyunun (şollar suyu) keyfiyyətinin daha yüksək səviyyəyə çatdırılması üçün 2004-ildə quraşdırılıb və istifadəyə verilib.

#### **Ədəbiyyat siyahısı**

- 1.Кульский Л.А. «Теоретические основы и технология кондиционирования воды». Киев «Наукова думка», 1980 г. С.73
2. E.S.Qənbərov, A.Q.Əbülfətov, Ö.M.Gülalov “Ekoloji təmiz, içməli su istehsal edən kapillyar qurğu” Bakı. 2012-il “ELM” qəzeti. Səh.20
3. Прохоров А.М. «Физически энциклопедический словарь» Москва, 1984 г. С.944
4. «Физическая энциклопедия» Москва 1990 год. Т-2, с.730

### **ТЕХНОЛОГИЯ БЕЗРЕАГЕНТНОЙ ОЧИСТКИ ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОД**

**Абульфатов А.Г.**

*АзНИИ Водных Проблем, г.Баку, a.g.abulfatov@gmail.com*

#### **РЕЗЮМЕ**

Разработанной метод одноступенчатой, безреагентной и энергосберегающей очистки высокомутных поверхностных вод основан на механизме движения жидкости в тонких капиллярах. Реализация данного метода в различных городах (Сабирабад, Саатлы и Хырдалан) Республики, опробованного в процессе осветления высокомутных вод р. Куры и Аракса, показала его высокую эффективность при незначительных эксплуатационных затратах. При очистке речной воды с исходной мутностью 300-15000 мг/л, мутность осветленной на установке воды не превышало 0,3-0,5 мг/л

### **TECHNOLOGY REAGENTLESS SURFACE OF WATER TREATMENT**

**Abulfatov A.G.**

*AzSR Institute of Water Problems, Baku City, a.g.abulfatov@gmail.com*

#### **SUMMARY**

To develop a single-stage method, reagent-free and energy-saving cleaning high turbidity surface waters is based on the mechanism of fluid flow in thin capillaries. The implementation of this method in various cities (Sabirabad, Saatli and Khirdalan) Republic, tested in the process of clarification of water high turbidity p. Kura and Araks, showed his high efficiency at low operating costs. When purification of river water with an initial turbidity 300-15000 mg / l, on the turbidity of the clarified water did not exceed installation steps 0.3-0.5 mg / l.

## **НОРМИРОВАНИЕ ПОТЕРЬ И НЕУЧТЕННЫХ РАСХОДОВ ВОДЫ В СИСТЕМАХ ВОДОСНАБЖЕНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ**

**Дубенок С.А., Захарко П.Н.**

*РУП «Центрально научно-исследовательский институт  
комплексного использования водных ресурсов», г. Минск, Республика Беларусь,  
dsnega@list.ru, polina.k.85@mail.ru*

Система водоснабжения в Республике Беларусь представляет собой комплекс устройств и сооружений для забора, подготовки, хранения, подачи и распределения воды всем категориям потребителей в населенных пунктах.

В Республике Беларусь системы питьевого водоснабжения в населенных пунктах находятся в собственности, хозяйственном ведении, оперативном управлении либо на ином законном основании у организации водопроводно-канализационного хозяйства (ВКХ). При этом на балансе водоснабжающих организаций может находиться две системы водоснабжения: система питьевого водоснабжения (потребители предприятия и жилой фонд), система технического водоснабжения (основные потребители - предприятия).

Порядок эксплуатации таких систем определен Постановлением Совета Министров Республики Беларусь от 30.09.2016 № 788 «Об утверждении Правил пользования централизованными системами водоснабжения, водоотведения (канализации) в населенных пунктах» [1].

Характерной особенностью предприятий ВКХ, основным видом деятельности которых, является добыча воды, ее очистка (водоподготовка) и подача потребителям, является то, что вода одновременно выступает и в качестве сырья (сырая вода) и в качестве готовой продукции (вода питьевого качества, подаваемая в сеть). Стоимость питьевой воды, как ресурса, при ее нерациональном использовании на этапах добычи, водоподготовки, транспортировки, существенно увеличивает стоимость воды, как конечного продукта для потребителя.

Издержки предприятий ВКХ от нереализованного объема воды, возникающего в виде двух составляющих: затраты воды на технологические нужды при ее подготовке перед подачей потребителю, потери и неучтенные расходы воды - учитываются при формировании себестоимости воды, отпускаемой потребителям.

Однако, значение данных составляющих влияет не только на формирование себестоимости воды, но и на расчет нормативного объема забора воды из водных источников, выдачу разрешений на специальное водопользование, разработку мероприятий по рациональному водопользованию.

Одной из приоритетных задач предприятий водопроводно-канализационного хозяйства Республики Беларусь является улучшение обеспечения качественной питьевой водой населения, обеспечение рационального использования водных ресурсов за счет снижения потерь и неучтенных расходов воды из систем коммунального водоснабжения населенных пунктов [2].

Так, если для промышленных предприятий Республики Беларусь потери воды при транспортировке, как правило, составляют 3-8 % от объема забранной из окружающей среды воды, то, согласно данным Государственного водного кадастра, потери и неучтенные расходы воды на предприятиях ВКХ составили в 2012 году 142,89 млн. м<sup>3</sup> или 20 % от объема забранной воды, в 2013 году – 136,36 млн. м<sup>3</sup> или 19,9 % от объема забранной воды, в 2014 г. – 130,0 млн. м<sup>3</sup> или 20 % от объема забранной воды, в 2015 г. – 122,02 млн. м<sup>3</sup> или 18,4 % от объема забранной воды. Динамика потерь на предприятиях ВКХ указывает на фактическое снижение потерь, однако их доля от общего объема забранной из окружающей среды воды остается стабильной – на уровне 18-20 %.

Высокий процент потерь и неучтенных расходов воды из систем коммунального водоснабжения приводит к увеличению объема добычи воды из подземных источников, а также к дополнительным расходам на ее подготовку и подачу потребителю. Кроме того, утечки из неплотных соединений и поврежденных труб подземных водопроводных сетей нередко разрушают подземные коммуникации, вызывают провалы мостовых и тротуарных покрытий, размыв кабельных сетей, что нередко приводит к авариям и, в свою очередь, вызывает дополнительные затраты на их устранение.

Предприятия ВКХ ежегодно утверждают норматив потерь и неучтенных расходов воды из систем коммунального водоснабжения на будущий год, который используется, прежде всего, для обоснования объемов добычи воды и планирования мероприятий по оптимизации водопользования на предприятиях водопроводно-канализационного хозяйства.

Проведенный анализ утвержденных на предприятиях ВКХ нормативов потерь и неучтенных расходов воды указывает, что нормативы потерь и неучтенных расходов воды могут составлять от 10 % до 43 % от объема воды, поданной в сеть водоснабжения.

Порядок определения и оценки потерь и неучтенных расходов воды для организаций, эксплуатирующих коммунальные системы питьевого водоснабжения населенных пунктов, регламентирован Инструкцией по расчету потерь и неучтенных расходов воды из систем водоснабжения населенных пунктов Республики Беларусь, утвержденной постановлением Министерства жилищно-коммунального хозяйства Республики Беларусь от 31 августа 2005 г. № 43 (далее – Инструкция № 43) [3].

Как показывает практика, фактические значения потерь и неучтенных расходов воды на предприятиях ВКХ значительно ниже расчётных, что связано с некорректной методикой расчета отдельных составляющих норматива потерь и неучтенных расходов воды, изложенной в Инструкции № 43.

Согласно Инструкции № 43 в расчет норматива потерь и неучтенных расходов воды из систем водоснабжения входят две основные составляющие: потери воды из систем подачи и распределения воды и неучтенные расходы воды.

В состав потерь воды из систем подачи и распределения воды (ПРВ) входят:

- потери через повреждения водоводов и водопроводной сети;
- потери при опорожнении трубопровода для ремонтных работ;
- потери при утечках из водопроводных колонок;
- скрытые утечки из системы ПРВ, емкостных сооружений и сетевой арматуры.

В состав неучтенных расходов воды входят:

- недоучет воды водосчетчиками потребителей из-за их нечувствительности к малым расходам воды и из-за ухудшения метрологических характеристик водосчетчиков в процессе эксплуатации;
- противопожарные расходы воды;
- коммерческие потери воды.

Проведенные РУП «ЦНИИКИВР» расчеты норматива потерь и неучтенных расходов воды для ряда предприятий ВКХ указывают, что основной вклад в структуру норматива потерь и неучтенных расходов воды из системы коммунального питьевого водоснабжения вносят именно неучтенные расходы воды (недоучет воды счетчиками потребителей из-за ограниченной чувствительности, противопожарные расходы, коммерческие потери воды). Нормативный объем неучтенных расходов воды, рассчитанный в соответствии с Инструкцией № 43, может составлять до 70 % от суммарного норматива потерь и неучтенных расходов воды из системы питьевого водоснабжения, что, прежде всего, связано с недоучетом воды счетчиками потребителей из-за их ограниченной чувствительности.



РУП «ЦНИИКИВР» проведены расчеты по определению нормативного количества воды, которое не оплачивается потребителями, то есть количества неучтенных расходов, вызванного ограниченной чувствительностью приборов учета расхода воды и ухудшением их метрологических характеристик.

В результате определены основные причины возникновения небаланса между индивидуальными и групповыми приборами учета воды:

- утечки воды во внутридомовой сети за пределами квартир;
- несанкционированное подключение к системе коммунального водоснабжения, несогласованный разбор воды из гидрантов и водоразборных колонок, установленных на наружных водопроводных сетях;
- несоответствие заявленного абонентом объема потреблённой воды показаниям внутриквартирного (индивидуального) прибора учета (завышение или занижение показаний потребителем);
- сверхнормативное потребление воды абонентами, не оборудованными индивидуальными приборами учета воды (объем водопотребления в этом случае определяется на основании норм потребления, установленных местными исполнительными и распорядительными органами в населенном пункте);
- отсутствие одномоментности в снятии показаний индивидуальных приборов учета воды абонентами и показаний группового (внутридомового) прибора учета вод водоснабжающей организацией для оплаты за расчётный период (месяц).

Среди мероприятий, направленных на снижение объема неучтенных расходов, для водоснабжающей организации являются:

- в сфере водоснабжения и водопотребления:
  - а) применение водоразборной и запорной арматуры с минимальным уровнем утечек;
  - б) организация и проведение периодических профилактических осмотров и регулировок водоразборной и запорной арматуры;
  - в) улучшение качества водопроводной воды и приведение ее характеристик в соответствие с действующими нормативами;
- в сфере учета водопотребления:
  - а) разработка обязательных требований, регламентирующих производство и применение приборов учета воды с максимально низкими порогами чувствительности и минимальными нижними границами диапазонов измерений;
  - б) внесение в методики поверки приборов учета воды дополнений, обязывающих контролировать порог чувствительности при выпуске из производства и при периодических поверках;
  - в) организация входного контроля работоспособности приборов учета воды на пороге чувствительности и минимальном расходе перед их монтажом;
  - г) в процессе эксплуатации приборов учета воды при появлении небалансов – организация оперативной диагностики состояния приборов учета на месте их эксплуатации.

Сравнительный анализ методических подходов к расчету норматива потерь и неучтенных расходов воды из систем коммунального водоснабжения в сопредельных странах (Российская Федерация и Украина) показывает, что составляющие расчета норматива потерь и неучтенных расходов воды из систем водоснабжения предприятий ВКХ в целом схожи, особенно в части неучтенных расходов из систем ПРВ. Сравнительный анализ методик расчета в части норматива потерь, используемый в трех странах, указывает на некоторые различия в применяемых странами расчетах. В украинской методике существует возможность дополнительного учета потерь, которые могут возникнуть на стадии транспортировки воды от первого подъема (скважина) до станции водоподготовки, а также расчета потерь, возникающих в процессе

водоподготовки. В российской методике также есть возможность рассчитать дополнительную статью потерь – «потери воды за счет естественной убыли», включающие: потери от просачивания воды при ее подаче по напорным трубопроводам, потери от испарения воды из открытых резервуаров.

Для совершенствования действующей системы нормирования водопользования на предприятиях ВКХ в Республике Беларусь необходим пересмотр методических подходов к расчёту и оценке потерь и неучтенных расходов воды в системе коммунального водоснабжения с учётом современных требований национального законодательства в области рационального использования и охраны водных ресурсов, а также подходов к оценке норматива потерь и неучтенных расходов воды, применяемых в России, Украине и странах ЕС.

### **Список литературы**

1. Постановление Совета Министров Республики Беларусь 30.09.2016 № 788 «Правила пользования централизованными системами водоснабжения, водоотведения (канализации) в населенных пунктах»
2. Приказ Министерства жилищно-коммунального хозяйства Республики Беларусь от 6 апреля 1994 г. № 23 «О Правилах технической эксплуатации систем водоснабжения и водоотведения населенных мест»
3. Постановление Министерства жилищно-коммунального хозяйства Республики Беларусь от 31 августа 2005 г. № 43 «Об утверждении Инструкции по расчету потерь и неучтенных расходов воды из систем коммунального водоснабжения населенных пунктов Республики Беларусь».

### **RATING OF LOSSES AND UNACCOUNTED WATER FLOW IN THE WATER SUPPLY SYSTEM OF THE REPUBLIC OF BELARUS**

**Dubenok S.A., Zakharko P.N.**

*Central Research Institute for Complex Use of Water Resources  
(CRICUWR), Minsk, mail@cricuwr.by  
dsnega@list.ru, polina.k.85@mail.ru*

The article is about water use rationing for water-and sewage utilities enterprises and calculations of water loss in water supply system of Belarus.

## HERITAGE AND LIVELIHOOD: QANAT SYSTEM, SOURCE OF SUSTAINABILITY

**Ali Asghar Semsar Yazdi**

*International Center on Qanats and Historic Hydraulic Structures (UNESCO-ICQHS)*  
*semsar@icqhs.org; ali.semsar@gmail.com*

### **Introduction:**

In the course of history, the traditional water harvesting systems have played a vital role in the people's lives in different countries. Studying the traditional water harvesting systems shed light on hundreds of techniques for water collection, recharge, storage and transfer, each of which has been built cleverly being able to supply required water over centuries.

From among these techniques which demonstrate a rich source of intelligence, knowledge and experience, we have chosen qanat to talk about in detail. Here you can see the different names used for this system:

(Kariz, Kahriz, Khettara, Foggara, and Aflaj)

### **Qanat Definition and its components:**

Qanat is a gently sloping tunnel which drains the groundwater from aquifer and leads it to the surface by using gravity flow conditions. In fact Qanat benefits from the differences between earth surface elevations to convey water from upstream aquifer to the earth surface down slope. A Qanat consists of a *channel (gallery)*, and series of *shaft wells*. These wells were used to remove the excavated soil during the construction as well as to ventilate the gallery. From the *appearance*, canals would distribute water to fields for irrigation. The Qanat gallery is composed of two zones: Water production zone which drains the aquifer and the water transfer zone which transfers the water to the exit point.

### **Qanat's present situation in Iran:**

At present, Iran benefits from 37000 active Qanats which supply 7 billion cubic meters of water annually for agriculture sector. This amount of water is equal to 11 percent of water extracted from the whole aquifers of the country. So they still play an important role in water production system. If this amount of water was to be mined by the pumps it needed 800 MW of the electricity. It means a huge power plant with its harmful effect on the environment.

In a traditional context, the system of Qanat and agricultural system are in a perfect harmony. In this system the area of cultivated land and the cropping pattern is adjusted to the existing discharge of Qanat rather than place pressure on undergroundwater source by pumps. Moreover Qanat is a perfectly eco-friendly system owing to the fact that it collects groundwater without causing draw down of water table and conducts it to the surface without use of electrical energy or fossil fuel. So it does not pollute environment.

### **Tangible and intangible aspects of Qanats:**

Like other historical relics, qanat enjoys both tangible and intangible aspects. Physical structure of qanat, its related structures and farmland are among tangible aspects. Qanat construction knowledge, its management and maintenance systems and finally social and cultural foundations based on qanat all make up intangible aspects.

If we take a close look at technology of qanat construction, we realize that this technology consists of a variety of traditional methods like maintenance, cleaning, extending, deepening, etc. These methods demand a high level of knowledge on hydrology, leveling, underground navigating, ventilation, illumination, etc.

Qanat operation and management system is another intangible aspect. Needless to say it would not be possible to build, operate and maintain a qanat without establishing a management system for the qanat, without qanat council and without cooperation and social convergence.

## **Implemented activities to preserve the Iranian qanats:**

### **1. Financing the qanat management projects**

Given that the rehabilitation and maintenance cost of qanat is high so 60 to 70 percent of the cost is provided by the government and the rest by the shareholders.

### **2. Documentation of indigenous know-how regarding construction and management of qanats**

UNESCO-ICQHS has prepared a documentation methodology of knowhow by interviewing qanat masters. The result of these interviews has been published as a book entitled Qanat from practitioners' point of view.

### **3- Qanat College:**

In order to utilize the experiences and knowledge of the traditional practitioners and to bridges the gap between the modern sciences and indigenous know how the Qanat college has been established.

### **4- Raising public awareness about preservation of qanats**

In this field, some effective measures have been taken such as making some movies, broadcasting documentary films on popular TV channels and incorporating the issue of qanat into the school and university text books.

### **5- Setting out a special regulation for protecting qanat buffer zone**

An accurate definition of qanat buffer zone can help protect it against the negative impacts of developmental projects such as urban sprawl, industrial development, housing, construction of new roads and airports, etc. this definition can turn the concept of “tradition-modernity confrontation” to the “tradition- modernity coexistence”.

### **6- Registering qanats as national cultural heritage**

The Iranian cultural heritage organization has registered some of the country qanats as national heritage relics. Registration of qanats as national heritage, exalts them in the society, and it make society take them more seriously.

### **7- Registration of some prominent qanats of Iran as UNESCO world heritage**

11 qanats have singled out from among 37000 qanats of the country according to the criteria mentioned in the executive guideline of world heritage convention, for the purpose of serial nomination. These Qanats have been registered in the world heritage list in June 2016.

### **Conclusion:**

- Water has always been the cornerstone of civilizations in the arid and semi arid regions, and all the social foundations revolving around water have become a kind of model for the other aspects of social life.

- Qanats played a very important role in formation of societies in arid and semi-arid zones, supplying their needed water while they were thoroughly in harmony with them.

The modern world shouldn't be arrogant over the new advances, ignoring the past experiences which are in harmony with nature. The mentioned measures show that the historical structures would be better preserved and less affected by the modernism consequences, if the government and society place a higher value on them. In other words the measures ever taken in terms of qanats in Iran indicate that the confrontation between tradition and modernity can be replaced by kind of interaction and coexistence. It is a successful experience which can be replicated regarding other similar structures.

# TULLANTI SULARININ ÇAY AXINLARINDA DURULAŞMASI PROSESLƏRİNİN QANUNAUYGUNLUQLARI

**Əhmədov F.Ş.**

*Azərsu ASC "Sukanal" Elmi-Tədqiqat və Layihə İnstitutu, Bakı şəhəri,  
fizuli.axmedov.49@mail.ru*

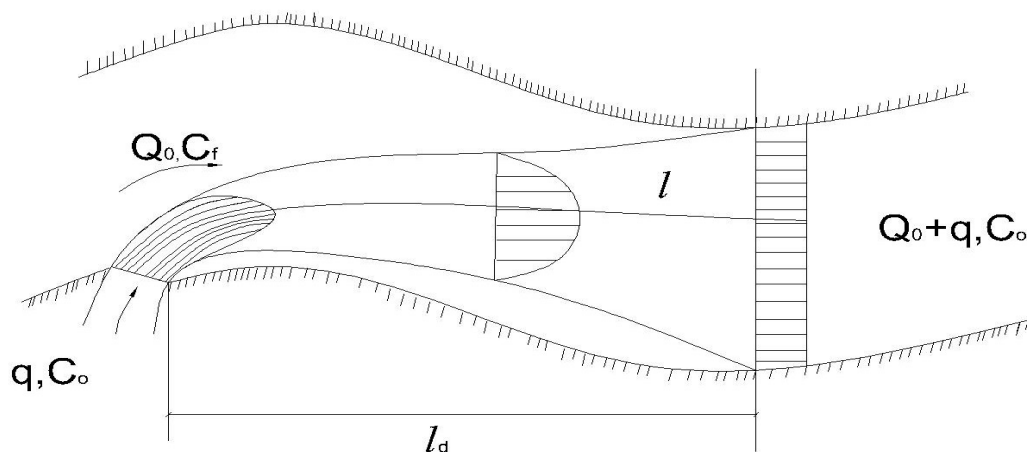
Azərbaycan Respublikasının ərazisindən axan Kür, Araz, Samur sərhəd çaylarının, Böyük və Kiçik Qafqaz sıra dağlarından, Talış dağlarından başlanğıcının götürən respublika daxili çayların əhalinin su təchizatına olan tələbatının ödənilməsində, kənd təsərrüfatı üçün suvarma sistemlərinin yaradılmasında mühüm rolu vardır. Çaylar ekoloji, enerji və turizmin inkişafı baxımından böyük əhəmiyyət kəsb edir.

Çay axınlarına çoxlu miqdarda təmizlənmiş və təmizlənməmiş tullantı suları qarışır, yağış və qar suları ilə çirkləndirici maddələr gətirilir. Bunlar da nəhayətdə çayların çirklənməsinə səbəb olur. Çox böyük məsafələrdə belə, çaylar öz təbii fonunu bərpa edə bilmir, lazımi məsafədə çirkləndirici maddələrin norma hədd konsentrasiyaları ödənmir. Bunlar da çay hövzələrində suistifadəni çətinləşdirir, əhalinin suya olan tələbatının ödənilməsində, sugötürücü qurğuların yerinin təyin olunmasında müəyyən çətinliklər yaradır.

Bu səbəbdən tullantı sularının çay axınlarında durulaşması proseslərinin qanunauyğunluqlarının tədqiqi vacib məsələ sayılır.

Durulaşma-su mühitinə axıdılan tullantı sularındakı çirkləndirici maddələrin konsentrasiyasının qarışma, diffuziya, axınla köçürülmə, bioloji-kimyəvi çevrilmə prosesləri nəticəsində azalmasıdır.

Tullantı sularının çay axınlarına tam qarışmasında durulaşma əmsalı aşağıdakı ifadədən təyin olunur (şəkil 1).



Şəkil 1. Tullantı sularının çay axınlarına qarışması sxemi

$$n = \frac{Q_0 + q}{q}, \quad (1)$$

burada,  $Q_0$ - çayın su sərfi,  $m^3/san$ ;  $q$ -çaya qarışan tullantı suyunun sərfidir,  $m^3/san$ .

Çirkləndirici maddənin konsentrasiyasının təyin olunduğu  $l$ -məsafəsində tullantı suyu çay suyu ilə tam qarışmırsa, durulaşma əmsalı belə təyin olunur.

$$n = \frac{\gamma \cdot Q_0 + q}{q}, \quad (2)$$

burada,  $\gamma$  -qarışma əmsalı olub,  $l$ -məsafəsində tullantı suyunun çay suyunun hansı hissəsi ilə qarışdığını xarakterizə edir:

$$\gamma = \frac{Q}{Q_0}, \quad (3)$$

Burada, Q-çay suyunun tullantı suyu ilə qarışan hissəsidir,  $Q_0$ -çay suyunun ümumi sərfidir.

Tullantı sularındakı çirkləndirici maddələrin konsentrasiyasının çay axını boyunca dəyişməsi məsələlərinə bu vaxta qədər tədqiqatçılar tərəfindən baxılmışdır [1, 2, 3]. Bunların içərisində V.A.Frolovun işləri daha məqsəduyğundur [1, 4].

Bu tədqiqatlar həm nəzəri, həm də təcrübi işləmələrə əsaslanır. Frolov çirkləndirici maddələrin konsentrasiyasının çay axını boyunca təyini üçün aşağıdakı ifadəni təklif etmişdir:

$$\frac{dC}{dt} = -\lambda(t)(C-C_{or}), \quad (4)$$

burada,  $(\lambda)$ -mütənasiblik əmsəlidir, axının və məcranın hidravliki parametrləri əsasında təyin olunur,  $C_{or}$ - tullantı suyunun çay suyu ilə tam qarışması kəsiyində çirkləndirici maddənin orta

konsentrasiyasıdır;  $C$ -tullantı suyunun qarışdığı yerdən ixtiyari  $\ell$ -məsafəsindəki

konsentrasiyasıdır. Bu tənliyin  $t=0$ ,  $C=C_0$  başlanğıc şərtinə əsasən həlli aşağıdakı kimidir:

$$C = C_{or} + (C_0 - C_{or}) e^{-\int_0^t \lambda(t) dt}, \quad (5)$$

Burada,  $C_0$ -tullantı suyundakı çirkləndiricinin ilkin konsentrasiyasıdır.

V.A.Frolov nəzəri və təcrübi tədqiqatlar əsasında  $\lambda(t)$ - mütənasiblik əmsəlini aşağıdakı kimi təyin etmişdir:

$$\int_0^t \lambda(t) dt = \alpha \sqrt[3]{\ell}, \quad (6)$$

burada,  $\alpha$ -hidravliki əmsəldir, aşağıdakı ifadədən təyin olunur:

$$\alpha = \varphi \xi \sqrt[3]{D/q}, \quad (7)$$

burada,

$$\varphi = \frac{\ell_d}{\ell}, \quad (8)$$

məcranın əyriliyini xarakterizə edir,  $\ell_d$ -düz xətt boyunca tullantı suyunun axındığı yerdən

konsentrasiyanın təyin olunduğu yerə qədər məsafədir,  $\ell$  -isə çay axınının oxu boyunca bu

məntəqəyə qədər məsafədir;  $\xi$  - tullantı suyunun axındığı yerin təsirini nəzərə alan əmsəldir, suyun sahildən axıdılmasında  $\xi=1$ , axının içərisinə axıdılmasında  $\xi=1.5$  qəbul olunur.

Bunları (5) tənliyində yerinə yazsaq alarıq:

$$C = C_{or} + (C_0 - C_{or}) e^{-\alpha \sqrt[3]{\ell}}, \quad (9)$$

Bu ifadədən göründüyü kimi  $\ell \rightarrow \infty$ -da konsentrasiya tam qarışma məsafəsindəki

$C=C_{or}$  konsentrasiyasına bərabər olur. Bu o deməkdir ki, bu ifadəyə görə tam qarışma məsafəsini düzgün təyin etmək mümkün deyildir.

İ.D.Rodziller Frolovun işləri əsasında qarışma məsafəsinin təyini üçün aşağıdakı ifadəni təklif etmişdir:

$$\ell = \left[ \frac{1}{\alpha} \ln \frac{q + \gamma Q}{(1 - \gamma)q} \right]^3. \quad (10)$$

Bu ifadəyə görə  $\gamma$  əmsalı aşağıdakı kimi təyin olunur:

$$\gamma = \frac{1 - e^{-\alpha \sqrt[3]{\ell}}}{1 + \frac{Q}{Q_0} e^{-\alpha \sqrt[3]{\ell}}}, \quad (11)$$

burada,  $\ell \rightarrow \infty$  olduqda  $\gamma = 1$  alınır, yəni tam qarışma məsafəsi sonsuzluqda alınır. Ona görə də

tədqiqatçılar əsaslandırılmadan tam qarışma məsafəsinin təyini üçün  $\gamma = 0.8 \dots 0.9$  götürməyi təklif edirlər.

Bu çatışmazlıqları nəzərə alaraq tərəfimizdən məsələnin həlli üçün (4) tənliyinin aşağıdakı yazılışından istifadə olunur:

$$\frac{d(C - C_f)}{dt} = -\lambda(t)(C - C_f), \quad (12)$$

burada,  $C_f$  - çirkləndirici maddənin fon konsentrasiyasıdır.

Tənliyin həlli

$$t=0; \quad t=\infty;$$

$$\ell=0, \quad C=C_0; \quad \ell=\infty, \quad C=C_f \quad (13)$$

şərtləri daxilində aşağıdakı kimi alınır:

$$C = C_f + (C_0 - C_f) e^{-\alpha \sqrt[3]{\ell}}, \quad (14)$$

Bu ifadəyə görə  $\ell = \ell_t$  olduqda, tam qarışma kəsiyindəki orta konsentrasiya aşağıdakı

kimi təyin olunur:

$$C_{or} = C_f + (C_0 - C_f) e^{-\alpha \sqrt[3]{\ell_t}}, \quad (15)$$

Tam qarışma məsafəsində duruluşma əmsalı

$$n = \frac{Q_0 + q}{q} = \frac{C_0 - C_f}{C_{or} - C_f} \quad (16)$$

təyin olunduğu üçün (15) ifadəsindən tam qarışma məsafəsi belə alınır:

$$\ell_t = \left( \alpha \ln \frac{Q_0 + q}{q} \right)^3 \quad (17)$$

Çirkabın axıdıldığı yerdən tam qarışma kəsiyinə qədər ixtiyari  $l$  məsafəsində çirkab

suyuna  $\gamma Q_0$  qədər çay suyu qarışır. Bu məsafə üçün (15) ifadəsinə əsasən yazmaq olar:

$$\frac{\gamma Q_0 + q}{q} = e^{\alpha \sqrt[3]{s}}, \quad (18)$$

Buradan qarışma əmsalı üçün alırıq:

$$\gamma = \frac{q (e^{\alpha \sqrt[3]{s}} - 1)}{Q_0}, \quad (19)$$

Bu ifadədən  $\gamma$  əmsalını təyin edərək çayda tam qarışma kəsiyinə qədər istənilən məsafədə çirkləndirici maddənin konsentrasiyasını təyin edə bilərik. Konservativ çirkləndiricilər üçün bu aşağıdakı kimi olur:

$$C = \frac{\gamma Q_0 \cdot C_f + q C_0}{\gamma Q_0 + q} \quad (20)$$

Su mühitində qeyri-konservativ çirkləndiricilərin konsentrasiyası qarışma, diffuziya prosesləri ilə yanaşı həm də, bioloji-kimyəvi çevrilmə prosesləri nəticəsində azalır. Tədqiqatçılar çevrilmə proseslərini konservativ çirkləndiricilər üçün olan ifadələri əsaslandırmadan  $e^{-kt}$  ifadəsinə vurmaqla nəzərə alırlar, burada  $k$ -çevrilmə prosesini xarakterizə edən əmsaldır. Özlərinin qeyd etdiyi kimi bu məsələnin düzgün həlli deyildir [5].

Çevrilmə proseslərinin nəzərə alınması həm də qarışma zonasının ölçülərindən asılıdır. Belə ki, qarışma məsafəsi kiçik olduqda  $e^{-kt}$  -nin qiyməti vahidə yaxın olduğu üçün bu nəzərə alınmaya bilər. Əks təqdirdə bunun nəzərə alınması vacibdir. Çevrilmə proseslərində qeyri-konservativ çirkləndiricilərin müəyyən hissəsi mikroorqanizmlər tərəfindən mənimsənilir və kimyəvi proseslərdə iştirak etdiyi üçün su mühitində itir. Qalan hissə isə müəyyən nöqtəyə qədər qarışma, diffuziya və axının təsiri ilə azalaraq çatır. Bunları nəzərə alaraq axın boyunca çayın müəyyən kəsiyində qeyri-konservativ çirkləndiricinin konsentrasiyasını təyin etmək üçün bizim tərəfimizdən aşağıdakı model təklif edilir:

1. Bioloji-kimyəvi çevrilmə prosesləri nəticəsində müəyyən nöqtəyə çatan konsentrasiya təyin olunur.

2. Konsentrasiyanın bu nöqtəyə qədər çevrilməyə uğrayan hissəsi tapılır.

3. Çirkləndirici maddənin qarışma və diffuziya prosesləri nəticəsində bu nöqtədəki konsentrasiya təyin edilir.

4. Konsentrasiyanın bu qiymətindən çevrilmə proseslərinə uğrayan hissəsi çıxılır. Bu fərq bizə həmin nöqtədə hər iki proses nəticəsində qərarlaşmış konsentrasiyanı verəcək.

Riyazi yazılış.

$$\begin{aligned} 1. C_{\gamma} &= C_f + (C_0 - C_f) \cdot e^{-kt} \\ 2. \Delta C &= C_0 - C_{\gamma} \\ 3. C_d &= C_f + (C_0 - C_f) \cdot e^{\alpha \sqrt[3]{s}} \\ 4. C &= C_d - \Delta C \end{aligned} \quad (21)$$

Burada,  $C_{\gamma}$  - çevrilmə prosesinə uyğun müəyyən nöqtədəki konsentrasiya,  $\Delta C$  - kimyəvi-bioloji çevrilməyə uğrayan hissə;  $C_d$  - qarışma-diffuziya proseslərinə uyğun konsentrasiya,  $C$  - bu nöqtədə yekun konsentrasiyadır.

Məqalədə təklif olunmuş hesabat düsturlarına əsasən Araz çayının müxtəlif sərtlərdə Kür çayına qarışmasına müvafiq tam qarışma məsafəsini və  $\alpha$  -hidravliki əmsalını təyin edək.

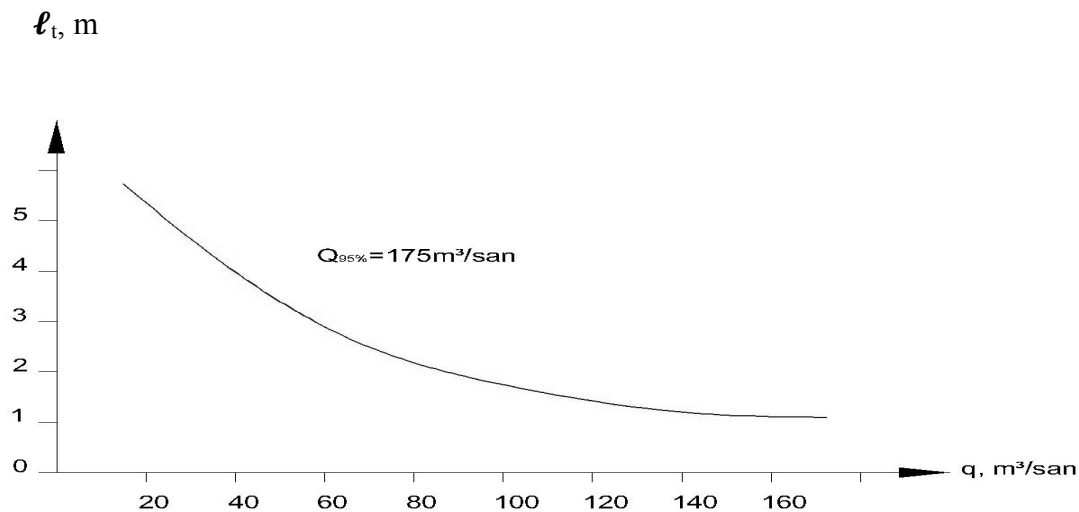


Hesabatlar Kür çayının 95% təminatlı sərfərinə görə aparılır [6]. Kür çayının  $Q_{95\%} = 175 \text{ m}^3/\text{san}$  təminatlı sərfinə müvafiq sürət  $v_{or} = 0.64 \text{ m/san}$ , orta dərinlik  $H_{or} = 4.04 \text{ m}$  təyin olunmuşdur. Çayın tədqiq olunan hissəsi üçün ayrılık əmsalı  $\varphi = 1.5$ , qarışmaya uyğun əmsal  $\xi = 1$ -dir. Bunlara uyğun diffuziya əmsalı üçün  $D = 0.013 \text{ m}^2/\text{san}$  qiyməti tapılmışdır. Cədvəl 1-də Kür çayının  $Q_{95\%}$  təminatlı sərfinə müvafiq Araz çayının Kür çayına qarışan müxtəlif sərfələri üçün çirkabın tam qarışma məsafələri və  $\alpha$  - hidravliki əmsalının qiymətləri verilmişdir.

Cədvəl 1

S/s	Çayların sərfi, $\text{m}^3/\text{san}$		$\alpha$	$\ell_t$ , m
	Kür	Araz		
1	175	20	0.13	5375
2	-	40	0.10	4757
3	-	60	0.09	3497
4	-	80	0.08	3043
5	-	100	0.076	2358
6	-	120	0.071	2037
7	-	140	0.068	1696
8	-	160	0.065	1487

Şəkil 2-də Kür çayında suyun  $Q_{95\%} = 175 \text{ m}^3/\text{san}$  təminatlı sərfində tam qarışma məsafəsinin Araz çayının müxtəlif sərfələrindən asılılığı qrafiki göstərilmişdir.



Şəkil 2. Araz çayının Kür çayına qarışmasında tam qarışma məsafəsinin Araz çayının su sərfələrindən asılılığı qrafiki

Araz çayında məişət tullantı sularının oksigenə olan bioloji tələbatı (OBT),  $C_{OBY5} = 80 \text{ mq/l}$  olarsa, tam qarışma məsafəsində konsentrasiyanı təyin edək. OBT üçün kimyəvi-bioloji çevrilməni xarakterizə edən qeyri-konservativlik əmsalı  $k = 1.15 \cdot 10^{-6} \text{ s}^{-1}$  qəbul olunur. Hesabatları çayın  $Q_A = 20 \text{ m}^3/\text{san}$  sərfi üçün aparaq. Çayların qarışmasına qədər Kür çayında fon konsentrasiyası  $C_{fOBT5} = 2 \text{ mq/l}$  qəbul olunur. Hesabatları təklif etdiyimiz riyazi modelə görə yerinə yetirək. Bu modelə əsasən:

1.  $C_{\varphi} = C_f + (C_0 - C_f) \cdot e^{-k \frac{L}{v}} = 2 + (80 - 2) \cdot e^{-(1.15 \cdot (10)^{-6} \cdot 5375 / 0.64)} = 79.25$
2.  $\Delta C = C_0 - C_{\varphi} = 80 - 79.25 = 0.75$  mq/l
3.  $C_d = C_f + (C_0 - C_f) \cdot e^{\alpha \sqrt[3]{L/v}} = 2 + 78 \cdot e^{-0.13 \sqrt[3]{5375}} = 10.06$  mq/l
4.  $C = C_d - \Delta C = 10.06 - 0.75 = 9.31$  mq/l

Tam qarışma məsafəsində konsentrasiyanın çayın en kəsiyi üzrə bərabər paylanması təmin olunduğu üçün, bundan sonra konsentrasiyanın azalması bioloji-kimyəvi çevrilmə prosesləri nəticəsində təmin olunur.

Məqalədə tullantı sularının çay axınlarında durulaşması prosesləri ilə əlaqədar tam qarışma məsafəsinin, qarışma əmsalının, çirkləndirici maddənin konsentrasiyasının təyini üçün (14, 17, 19) ifadələri alınmışdır. Qeyri-konservativ çirkləndiricilərin konsentrasiyasının təyini üçün riyazi model təklif olunmuşdur (21).

Araz çayının müxtəlif su sərfələrinin Kür çayına axınlarında tam qarışma məsafələrinin təyini üçün cədvəl və qarışma məsafəsinin sərfdən asılılığı qrafiki tərtib olunmuşdur. Riyazi model əsasında çirkləndirici maddənin konsentrasiyasının təyini hesabları aparılmışdır. Bu hesablar çay hövzələrinin ekoloji mühitinin qorunub saxlanması və sağlamlaşdırılması tədbirlərinin görülməsi üçün əhəmiyyət kəsb edir.

#### **Ədəbiyyat siyahısı**

1. Караушев А.В. Речная гидравлика, Л., Гидрометиздат, 1969, 416с.
2. Лапшев Н.Н., Расчеты выпусков сточных вод. М. Стройиздат 1977, 85с.
3. Родзиллер И.Д., Прогноз качества воды водоемов-приемников сточных вод. М. Стройиздат 1984, 263с.
4. Пайль Л.Л., О расчете смешения сточных вод при некоторых эпюрах загрузки водотоков –Тр.ин-та/ТПИ, Таллин, 1966, сер. А, №247, с.75-90.
5. Dobbins W.E. Diffusion and mixing/ Boston Society of Civil Engineers vol.52, №2, aprel 1965.
6. Əhmədov F.Ş., Quluzadə S.M., Ağayeva G.N, Abdullayev R.Ə. “Kür çayının Mingəçevir-Səlyan hissələrində tullantı suyu axıntılarının tam qarışma məsafələrinin hesabları”, “Su təsərrüfatı, mühəndis kommunikasiya sistemlərinin müasir problemləri və ekologiya” Beynəlxalq Elmi-Praktiki konfransın materialları, Bakı, 14-15 aprel 2014-cü il.

#### **ЗАКОНОМЕРНОСТИ РАЗБЕЖЕНИЕ СТОЧНЫЕ ВОДЫ В РЕЧНЫХ ТЕЧЕНИЯХ**

**Ахмедов Ф.Ш.**

*«Суканал» НИПИ, Баку, fizuli.axmedov.49@mail.ru*

В статье анализированы закономерности разбавление сточные воды в реках и предложение математические модели для определение концентрации загрязняющие вещества.

#### **DILUTIONS OF THE REGULARITY OF THE PROCESS OF WASTE WATER IN THE RIVER FLOWS**

**Ahmedov.F.S.**

*“Sukanal” ISRD. Baku city, fizuli.axmedov.49@mail.ru*

The article analyzed the regularity of the process waste water dilutions of river flows and mathematical models have been proposed for the determination of the concentration of pollutants.

## К ВОПРОСУ О ДЕЗИНВАЗИИ ОСАДКОВ СТОЧНЫХ ВОД: НОРМАТИВНАЯ БАЗА И ПРАКТИКА НОРМОПРИМЕНЕНИЯ

**Алиев А.И.**

Руководитель Группы БХО  
АО «Ионообменные технологии»,  
Руководитель Секции обработки осадков  
Экспертно – технологического  
Совета РАВВ

**Основные тезисы:** В данной статье рассматриваются основные нормативные документ, действующие на территории РФ и регулирующие вопросы, связанные с дезинвазией и обеззараживанием осадков сточных вод, образующихся на предприятиях ВКХ. Так же приведены примеры и последствия применения основных положений этих нормативов на практике.

Известно, что цель обработки осадков сточных вод (ОСВ) – получение транспортабельного, безопасного для окружающей среды и здоровья человека материала, пригодного к утилизации в различных областях хозяйства.

Для этой цели ОСВ подвергают последовательному или параллельному воздействию: обезвоживанию, обеззараживанию, минерализации и, в отдельных случаях, детоксикации.

Основными документами, регулирующими деятельность предприятий ЖКХ РФ по обеззараживанию ОСВ на очистных сооружениях канализации являются **СанПиН 3.2.3215-14 «ПРОФИЛАКТИКА ПАРАЗИТАРНЫХ БОЛЕЗНЕЙ НА ТЕРРИТОРИИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ Санитарно-эпидемиологические правила и нормативы»**, а так же **Методические указания МУ 3.2.1022-01 «ПРОФИЛАКТИКА ПАРАЗИТАРНЫХ БОЛЕЗНЕЙ. Мероприятия по снижению риска заражения населения возбудителями паразитозов»**.

При этом основными регулирующими положениями этих документов являются мероприятия по охране окружающей среды от загрязнения яйцами и личинками гельминтов, цистами (ооцистами) кишечных патогенных простейших. Нормативы включают в себя:

- использование промышленных методов дезинвазии (обеззараживания) (физические, химические, биологические и иные методы, обеспечивающие стабильное качество обеззараживания компонентов внешней среды от возбудителей паразитозов при возможности управления и инструментальном контроле оптимальных параметров технологического процесса (температура, дозировка, время экспозиции);
- обеспечение дезинвазии осадков сточных вод, образующихся на водоочистных станциях и очистных сооружениях канализации, перед их утилизацией;
- недопущение содержания в сточных водах и осадках сточных вод жизнеспособных цист, яиц и личинок возбудителей паразитозов;
- осуществление производственного контроля сточных вод и их осадков на очистных сооружениях канализации, животноводческих комплексах, фермах по паразитологическим показателям.

При этом СанПиН 3.2.3215-14 не ограничивает хозяйствующие субъекты в выборе методов и препаратов для дезинвазии.

Приведенный в п. 16.7.4 СанПиН 3.2.3215-14 перечень возможных методов, применяемых для целей обеззараживания осадков сточных вод от возбудителей паразитарных болезней, не является исчерпывающим.

**Хозяйствующие субъекты вправе использовать любые гарантированные методы для дезинвазии. В тоже время нарушением требований СанПиН 3.2.3215-14 является невыполнение установленных в п. 16.5 мероприятий (например, использование метода, не обеспечивающего стабильного качества обеззараживания).**

Письмо Роспотребнадзора от 31.08.2016 г. (см. приложение №1) полностью подтверждает эту позицию.

На практике же выполнение требований вышеупомянутого СанПиНа и МУ в части дезинвазии сточных вод (п. 16.7.3. СанПиН) и осадков (п.16.7.4. СанПиН) не представляется возможным из-за:

1. **П. 16.7.3. Дезинвазия/дегельминтизация сточных вод.**

Дезинвазия/дегельминтизация сточных вод проводится на аэро-биостанциях. Ни в одном учебнике, СНиП, ГОСТ не дано определения данному понятию, даже в Министерстве Строительства не смогли ответить на вопрос, что же может подразумеваться под этим термином. Существовало предположение, что имеются ввиду аэротенки (сооружения биологической очистки с использованием аэробных микроорганизмов), но данная версия оказалась несостоятельной, так как в документе «аэротенки» упоминаются в качестве самостоятельного термина, следовательно, аэро-биостанции означают нечто другое, никому не известное, в связи с чем их внедрение и применение невозможно.

Также предусмотрены поля внутрпочвенного орошения и обработка на биологических фильтрах с последующей доочисткой сточных вод на полях орошения. Даже если не брать во внимание тот факт, что биофильтры уже практически нигде не применяются, эксплуатация полей орошения, особенно для средних и крупных водопроводно-канализационных предприятий, невозможна ввиду отсутствия необходимых площадей для их размещения, в связи с чем применение данного метода дезинвазии сточных вод также не представляется возможным в подавляющем большинстве случаев. Рассматривать последний из разрешенных методов дезинвазии сточных вод – септики также не имеет никакого смысла, в промышленных, больших (индустриальных) объемах их применение в принципе невозможно.

В итоге получается, что все средние и крупные предприятия ВКХ требованиями СанПиН 3.2.3215-14 изначально назначены «виновными» в их нарушении в части дезинвазии сточных вод, так как ни одно из требований на практике невыполнимо. При этом не понятна суть термина «аэро-биостанция». Отсутствует разъясняющий документ, что под данным термином подразумевали разработчики СанПиН 3.2.3215-14 и Роспотребнадзор, утвердивший эти правила и нормы. Но даже при наличии разъяснений со ссылкой на соответствующий нормативный документ, требования, допускающие единственный реально реализуемый метод дезинвазии сточных вод имеют все признаки недобросовестной конкуренции и нарушения антимонопольного законодательства.

2. **П. 16.7.4. Дезинвазия осадков сточных вод.**

На первый взгляд может показаться, что ситуация не такая уж безвыходная, как со сточными водами. Но это только на первый взгляд. А именно, пастеризация, сжигание, аэробная стабилизация – слишком энергозатратные методы (не говоря уже о других недостатках). Термофильное сбраживание в метантенках также практически неприменимо. Как показывает практика, невозможно получить согласование проекта очистных сооружений, предусматривающего строительство и использование метантенков, не говоря уже об их стоимости и условиях эксплуатации. Обработка тиазоном в дозировках до 3% к общей массе осадка вообще выглядит нереально, как по стоимости, так и по отсутствию в продаже

таких количеств вещества. Нет определения понятию «Обработка в биобарабанах». В некоторых источниках удалось обнаружить информацию о том, что биобарабаны – роторные биологические фильтры. Но, в СанПиН 3.2.3215-14 употребляются термины и «биофильтр», и «биобарабан». Следовательно, это разные понятия, так как ГОСТы не допускают применения слов-синонимов в любого рода документации. В итоге, для дезинвазии осадка сточных вод «остаются» только ингибиторы-стимуляторы. К ним более всего вопросов. Само понятие «ингибитор-стимулятор» – лженаучное, так как содержит взаимоисключающие термины. А, скажем, «Всероссийское общество гельминтологов им. К.И. Скрябина Отделения биологических наук» РАН и вовсе считает ингибиторы-стимуляторы мошенничеством и шарлатанством. Того же мнения придерживается и «Комиссия по борьбе с лженаукой и фальсификацией результатов научных исследований» при Президиуме РАН. Все исследования эффективности – сплошная фальсификация и подлог, считают специалисты нашей отрасли. В то же время дезинвазия осадка водоочистных станций (п. 16.7.9. СанПиН 3.2.3215-14) предусмотрена исключительно ингибиторами-стимуляторами.

Обращает на себя внимание так же тот факт, что другие методы дезинвазии осадков, допущенные СанПиН, переписаны из старых документов и оставлены те, которые не используются в современной практике, не включены в СП 32.13330.2012 и Справочник НДТ. Например, как можно представить аэробную стабилизацию с предварительным прогревом до температуры 60-65 °С, сколько это будет стоить? Разве не достаточно одного прогрева? Или, например, аэрация способствует дегельминтизации? А что такое «перемешивание в центрифугах в течение 60 минут» в то время, когда процесс обезвоживания осадка в центрифугах – это непрерывный процесс? Каких же размеров должны быть центрифуги, рассчитанные на время пребывания в них осадка всего 60 минут, и т.д., и т.п.?

При этом из нормативов исключены старые проверенные методы компостирования осадка и выдержки его в естественных условиях на иловых площадках, наиболее реально и часто используемые на очистных сооружениях. Надо сказать, что в редакцию СанПиНа 2.1.7.573-96 от 1996 г. эти методы были включены!

При этом в настоящее время при участии ряда надзорных органов активно лоббируется применение на предприятиях ЖКХ РФ для целей обеззараживания всякого рода не достаточно проветренных ингибиторов – стимуляторов, в частности такого препарата как «БИНГСТИ».

Использование препарата «БИНГСТИ», биологического ингибитора-стимулятора, получаемого из проростков картофеля, высушенных при температуре 25 °С и перемолотых до размера частиц 0,25 мм., является частным случаем обеззараживания, а именно, дегельминтизации, наряду с такими методами как:

- термофильное сбраживание,
- термосушка,
- облучение инфракрасными лучами в камерах дегельминтизации АКХ,
- пастеризация при температуре 70 °С в течение 20 минут,
- биотермическое компостирование в статических и динамических условиях и др.

Причем, большинство из перечисленных выше методов оказывает на осадок комплексное воздействие, сочетая, наряду с обеззараживанием, еще и эффекты устранения легкоразлагаемой органики, кондиционирования, удаления свободной и, частично, связанной влаги с последующим уменьшением объема.

Персонал очистных сооружений обязан применять данные методы по выбору в соответствии с технологическим регламентом их работы, а также требованиями проектной документации.

Однако рассмотренный опыт эксплуатации очистных городских КОС в регионах показывает, что в последние двадцать-тридцать лет практически нигде комплексная обработка ОСВ не осуществляется, за исключением естественной сушки и последующего захоронения осадков на объектах размещения отходов (ОРО).

Метантенки, в следствие энергозатратности и сложности поддержания безопасного режима работы, были выведены из эксплуатации. Новые цеха механического обезвоживания и термосушки не строятся, а старые объекты бездействуют и пришли в негодность.

Секции аэротенков, ранее использованные для аэробной стабилизации, также были выведены из эксплуатации или реконструированы для очистки стоков при расширении мощностей КОС.

Практически нигде не применяется биотермическая обработка ОСВ из-за необходимости использования больших объемов наполнителей, а также затруднений с последующей утилизацией компостов.

Использование препарата «БИНГСТИ» возможно и позволит частично решить проблему обезвреживания ОСВ в части дегельминтизации. Однако вызывают опасение следующие узкие места данного метода:

1. Реагентное обеззараживание позволяет обезвредить ОСВ от яиц гельминтов. При этом не решает проблему обеззараживания полностью, так иные виды патогенной микрофлоры в осадках остаются.

2. При отсутствии минерализации, после проведения реагентного обеззараживания, в том числе и препаратом «БИНГСТИ», возможно вторичное заражение осадков патогенной микрофлорой из-за разложения органики (загнивание обеззараженного материала) и привнесения дополнительных агентов патогенеза.

3. Вызывает сомнение столь малая дозировка препарата «БИНГСТИ» при смешении с осадком – до  $10^7$ — $10^8$  (0,001 мл/л)! Непонятно, как будет осуществляться его равномерное распределение, точность дозировки, условия смешения при столь малых количествах? Есть ли утвержденный технологический регламент обработки, состав и рабочая документация на оборудование?

4. Учитывая, что Методические указания МУ 3.2.1022—01 были разработаны в 2001 г, возникает вполне правомерные вопросы, а именно:

- прошла ли технология «БИНГСТИ» Государственную экологическую экспертизу с получением положительного заключения,
- и внесена ли она в Банк данных об отходах и о технологиях использования и обезвреживания отходов различных видов, в соответствии с современными требованиями природоохранного законодательства.
- обязаны ли Водоканалы городов, а также самостоятельные КОС использовать исключительно препарат «БИНГСТИ» или могут ограничиваться и другими методами обработки, изложенными в пункте 6.5. МУ 3.2.1022—01?

Ряд исследователей в частности отмечает, сами МУ указывают на недостаточную эффективность препарата, а именно: «Эффективность овицидного обеззараживания при обработке осадков сточных вод указанным препаратом не превышает 52,1 % при норме расхода его 0,1 г/м<sup>3</sup> и экспозиции 24—48 часов».

Проводимые независимыми экспертами натурные испытания препарата «БИНГСТИ» показали, что БГКП сырого осадка до обработки и после обработки не изменилось. Оно составляло около 24000 кл/г. БГКП механически-обезвоженного

осадка до обработки и после обработки также не изменилось и составляло около 2300 кл/г. Это подтверждает отсутствие обеззараживающего действия по отношению к санитарно-показательным микроорганизмам.

Во всех пробах (исходные осадки и обработанные препаратом) выявлены яйца гельминтов, преимущественно аскарид в количестве 1-3 шт на 100 г (мл). Инвазионная способность яиц гельминтов не изучалась.

По результатам испытаний сделан вывод о том, что препарат «ПУРОЛАТ-БИНГСТИ» не оказывает эффективного обеззараживающего действия на осадки сточных вод. Кроме того, было отмечено, **что при хранении препарата в холодильнике в течение 3-х месяцев произошло его разложение с выделением сильного неприятного запаха.**

В любом случае, технология «БИНГСТИ» нуждается в дополнительном изучении с проведением полномасштабных лабораторных и полупромышленных исследований, с последующей сертификацией продукта, полученного на основе ее применения.

### **Выводы:**

1. В случае, когда результаты осуществляемого производственного контроля и санитарно-паразитологических исследований свидетельствуют о стабильном качестве дезинвазии и недопущении содержания в осадках сточных вод жизнеспособных цист, яиц и личинок возбудителей паразитозов, требования по выполнению СанПиН 3.2.3215-14 обеспечиваются.

2. Необходимо срочно пересмотреть содержание нормативных документов и поставить во главу угла доступность для предприятий ЖКХ эффективных технологий по предотвращению распространения инфекций, в том числе вызываемых яйцами и личинками возбудителей паразитозов из-за неверно выбранных или неэффективных технологий дезинвазии ОСВ.

3. Инициировать заседание Экспертно-технологического совета (ЭТС) РАВВ по вопросам дезинвазии осадков. По итогам заседания сформировать обращения во все заинтересованные органы власти с просьбой о внесении корректив в соответствующие нормативные документы с целью уточнения отдельных положений и приведения в целом нормативных документов, регламентирующих вопросы обеззараживания осадков, к современным требованиям и практикам.

*Приложение: Письмо Роспотребнадзора РФ № 01/11576-18-30 от 31.08. 2016 г.*

## **BÖYÜK BAKI SƏNAYE RAYONUNUN SU TƏCHİZATI MƏSƏLƏLƏRİ (XIX əsrin sonu – XX əsrin əvvəllərində)**

**Xəlilov P.R.**

*AMEA A.A.Bakıxanov adına Tarix İnstitutu, Bakı şəhəri,  
polad-xalilov@mail.ru*

XIX əsrin sonu – XX əsrin əvvəlləri Böyük Bakı sənaye rayonunda əhalinin sayının artması, sənaye sahələrinin, xüsusilə neft sənayesinin sürətli inkişafı, ümumilikdə Şimali Azərbaycan iqtisadiyyatında kapitalist münasibətlərinin özünün ən yüksək inkişaf mərhələsinə daxil olması kimi hadisələrlə müşayiət olunan böyük dəyişikliklər dövrü olmuşdur. Bəhs olunan dövrdə Bakı şəhər əhalisinin suya olan tələbatı ildən-ilə artsa da, mövcud su mənbələri bu tələbatı tamamilə ödəmək gücünə malik olmamış, şəhərin su təchizatı üzrə yeni layihələr işlənib hazırlanmışdır.

XIX əsrin 90-cı illərinə qədər olan dövrdə Bakı şəhərinin su ilə təmin olunması işi quyu suları vasitəsilə həyata keçirilirdi. Hələ əsrin əvvəllərində şəhər ətrafındakı bulaqlardan qaladakı quyulara çəkilmiş “Şah”, “Məmmədqulu xan” və “Hüseynqulu xan” su kəmərləri (kəhrizlər) fəaliyyət göstərirdi [1, 12]. “Şah” su kəməri XV əsrdə, “Məmmədqulu xan” su kəməri 1791-1792-ci illərdə, “Hüseynqulu xan” su kəməri isə XVIII əsrin sonlarında çəkilmişdir. Bu su kəmərləri öz mənbəyini indiki Şəhidlər Xiyabanında, Koledeznı və Hüsü Hacıyev küçələri ərazisində o vaxtlar fəaliyyətdə olan bulaqlardan götürürdü [2, 21].

İlk vaxtlar quyu suları şəhər əhalisinin suya olan tələbatını tamamilə ödəsə də, XIX əsrin ortalarına doğru şəhərin genişlənməsi, əhalinin say etibarilə sürətlə artmasına baxmayaraq, su təsərrüfatı sahəsində heç bir layihə həyata keçirilmədiyindən şəhərin su ilə təmin olunması məsələsi kəskin bir problemə çevrilmişdi. 1859-cu ildə quberniya mərkəzinə çevrilmiş Bakı şəhəri hələ xanlıq dövründən qalma yeganə su anbarı ilə təchiz olunurdu. Lakin bu su anbarının səviyyəsi xeyli endiyindən və həddindən artıq çirkəndiyindən istifadə üçün yararsız hala düşmüşdü. Hətta XIX əsrin 60-cı illərində tikilən su anbarları da şəhərin suya olan tələbatını ödəyə bilmir, onların tərkibi getdikcə şorlaşır və codluğu artırdı. Quyu sularından istifadə olunan zaman sanitariya qaydalarına riayət olunmadığından, onların tərkibi çirklənir və istifadə üçün yararsız hala düşürdü. Həmin vaxt şəhərdə fəaliyyətdə olan 800 quyudan yalnız 100-də su içmək üçün yararlı idi [2, 22-23].

1878-ci ildə Bakıda şəhər Əsasnaməsi tətbiq edildikdən sonra şəhərin su ilə təmin olunması işi Bakı şəhər idarəsinin sərəncamına keçmişdi. Yeni təsis olunan Bakı şəhər idarəsi öz fəaliyyətinin ilk illərindən başlayaraq şəhərə su kəməri çəkilməsi üçün mənbələrin axtarılması işinə başlamışdı. 1879-cu ildə Azərbaycan milli burjuaziyasının nümayəndəsi H.Z.Tağıyevin təklifinə müvafiq olaraq şəhərin su kəməri layihəsinin tərtib olunması üçün Bakı şəhər Duması tərəfindən 1000 rubl vəsait ayrılmışdı. Bu məbləğin müsabiqədə qalib gələn ən yaxşı layihə müəllifinə verilməsi nəzərdə tutulmuşdu [2, 24].

1880-ci ildə təşkil edilən su təchizatı komissiyasının təklifinə müvafiq olaraq mühəndis Batseviç və O.K.Lents tərəfindən Bakı ətrafında yeni su mənbələrinin aşkar edilməsi üçün axtarışlar aparılsa da, neft sahibkarları və tacirlərin bu işə maliyyə yardımını göstərməmələri səbəbindən həmin tədbirlər heç bir nəticə verməmişdi. Lakin axtarışların nəticəsindən Bakı ətrafında kifayət qədər su ehtiyatının olmaması, istifadə olunan suyun isə içmək üçün yararsızlığı məlum olmuşdur [3, v. 15].

1881-ci ildə bu komissiya yenisi ilə əvəz olunmuş, yeni yaradılan komissiyanın tərkibi isə 1885-ci ilə qədər olan müddət ərzində 5 dəfə dəyişikliyə məruz qalmışdır. Beləliklə, hədəf yerə 2 min rublun xərclənməsinə baxmayaraq şəhərin su ilə təmin olunması istiqamətində heç bir iş görülməmişdi. Halbuki XIX əsrin 80-ci illərinin əvvəllərində Bakıya dəmir yol xəttinin çəkilməsi və neft sənayesinin kapitalist inkişaf mərhələsinə daxil olması ilə bağlı olaraq suya olan tələbat daha da artmışdı [2, 24].



Bəhs olunan dövrdə neft müəssisələrinə malik olan iri burjuaziya nümayəndələrinin özləri də su kəmərinin çəkilməsi işində maraqlı olsalar da, böyük xərc tələb edən bu tədbiri zəhmətkeş kütlənin hesabına həyata keçirməyə çalışırdılar. 1881-ci ildə yenə də H.Z.Tağıyevin təklifinə əsasən şəhərə su kəməri çəkilməsi işinə dair layihənin tərtib edilməsi üçün Bakı şəhər Duması tərəfindən müsabiqə elan edilmişdi. Bakı şəhər idarəsinə təklif olunan 40-dan çox layihədə 1893-cü ilə qədər Kür, Araz, Samur, Zuğulba, Altıağac və Göygöl mənbələrindən şəhərə su çəkilməsi nəzərdə tutulurdu. Lakin təklif olunan layihələrin böyük xərc tələb etməsi ilə bağlı olaraq bu təkliflərin hamısı Bakı şəhər Duması tərəfindən rədd edilmişdir [2, 25].

Beləliklə, XIX əsrin 90-cı illərinin əvvəlində Böyük Bakı sənaye rayonunun iqtisadi həyatında baş verən köklü dəyişikliklərə baxmayaraq su təsərrüfatı sahəsi hələ də orta əsr səviyyəsində qalmağa idi [2, 25]. 1892-ci ildə Bakı şəhərində vəba xəstəliyinin yayılması ilə bağlı olaraq Bakı şəhər idarəsi tərəfindən su təchizatı işinə dair bir sıra tədbirləri həyata keçirilmişdi [1, 13]. 90-cı illərdə kapitalistlər, o cümlədən bir çox xarici müəssisə sahibkarları Bakıda şor suyu şirənləşdirən qurğunun qurulması üçün konsessiya (dövlət tərəfindən verilən müəyyən hüquq və imtiyaz – P.X.) əldə etmişdilər. Gündəlik gücü 100 min vedrə\* olan ilk qurğu yalnız 1893-cü ildə qurulmuşdu. Tərkibi bir çox mineral qalıqlarından ibarət və dadsız olan həmin suyun bir vedrəsi yüksək qiymətə -  $\frac{1}{2}$  qəpiyə satılırdı. Əhalinin aşağı təbəqəsi üçün əlçatmaz olan bu suyun qiyməti 1894-cü ildə də qaldırılmışdı [4, 208].

Bəhs olunan dövrdə Bakı sənaye rayonunun su təchizatı məsələsi gündəlikdən düşmür, getdikcə kəskinləşir və bu barədə yeni-yeni layihələr irəli sürülürdü. Məsələn, V.İ.Meqvinov, P.A.Aslanov, M.İ.Altuxov, F.Dümon və Q.Q.Royt Kür çayından, M.A.Unanov Göygöldən, Sorokin isə Altıağacdən Bakı şəhərinə qədər su kəməri çəkmək haqqında layihələr təklif etsələr də, bu layihələr bir sıra səbəblər, xüsusilə maliyyə çətinliyi səbəbindən həyata keçməmişdi [3, v. 15]. 1893-cü ildə hər 3 layihə hazır olsa da, sonradan müəyyən olunmuşdur ki, göstərilən layihələr texniki və iqtisadi baxımdan düzgün əsaslandırılmayıb. Qeyd edək ki, hər 3 layihə Bakı şəhər idarəsinin sufərişi əsasında hazırlanmışdı [2, 26]. Məlum olur ki, göstərilən layihələrin həyata keçməməsinin səbəbi təkcə maliyyə çətinliyi ilə bağlı olmayıb, həm də texniki və iqtisadi baxımdan düzgün işlənilib hazırlanmaması ilə də əlaqədar idi.

Beləliklə, kapitalist inkişafı yoluna qədəm qoymuş Böyük Bakı sənaye rayonunun su təchizatı məsələsi 1893-cü ilə qədər olan müddətdə hələ də yalnız quyu sularının ümidinə qalmışdı. Azərbaycan milli burjuaziya nümayəndələri tərəfindən bu sahədə bir sıra təşəbbüslərin irəli sürülməsinə baxmayaraq, heç bir layihə həyata keçirilməmişdi.

1893-cü ildən sonrakı dövrdə isə Böyük Bakı sənaye rayonunun su təchizatı işi quyu sularından başqa suşirənləşdirici qurğulardan, Kür və Volqa çaylarından gəmilərlə daşınan sudan istifadə olunmasına əsaslanırdı. 1893-cü ildə Bakı şəhər idarəsinin vəsaiti hesabına sutkada gücü 3 min vedrəyə bərabər olan suşirənləşdirici qurğunun tikdirilməsi işinə başlanılmış və artıq 1894-cü ildə bu qurğu istifadəyə verilmişdir [2, 26].

XIX əsrin sonuna doğru Bakı şəhər əhalisinin sayı 112 minə keçdiyindən, şəhər idarəsi tərəfindən təşkil olunmuş su təchizatı mənbələri əhalinin tələbatını artıq ödəmirdi [1, 13]. Kapitalistlərin yalnız öz mənfəətlərini güdməsi səbəbindən şəhərin su təsərrüfatı sahəsi istehlakçıların tələbatını ödəyə bilmirdi. Buna müvafiq olaraq 1898-ci ildə Bakı şəhər idarəsi ilə “Artur Koppel” şirkəti arasında gündəlik istehsal gücü 5 min vedrəyə bərabər olan yeni suşirənləşdirici qurğunun tikilməsi barədə müqavilə bağlanmışdı. Artıq 1899-cu ilin avqustunda yeni qurğu fəaliyyətə başlamışdı [2, 27-28]. Lakin yuxarıda göstərilən qurğulardan alınan su dadsız və qoxulu, içmək üçün yararsız olduğundan, şəhərin su təsərrüfatında mühüm dəyişikliklər edə bilməmişdi [1, 13].

1899-cu ilin aprelində Bakı şəhər Dumasının büdcəsindən su təchizatı işinin təkmilləşdirilməsi üçün 70 min rubl kredit ayrılmışdır ki, bu vəsaitin də hesabına Kür və ya

---

\*1 vedrə = 12,5 lit.

Samur çayından su kəmərinin çəkilməsi, şəhərdə çirkab sularının axıdılması şəbəkəsinin təkmilləşdirilməsi nəzərdə tutulurdu. Buna müvafiq olaraq şəhər su təchizatı komissiyası əcnəbi mütəxəssislərdən Sterkerə, Dümona və Lindleyə su kəməri və kanalizasiya layihələrini tərtib etmək üçün təklif məktubları göndərmişdi. Bəhs olunan dövrdə Rusiya imperiyasında peşəkar texniki kadrların çatışmaması səbəbindən su təchizatı işinin təkmilləşdirilməsi üçün şəhərə xarici mütəxəssislər də dəvət olunurdular [2, 29-30].

Qeyd edək ki, hələ XIX əsrin 60-cı illərinin sonunda və 70-ci illərdə şəhər ətrafında Buzovna kəndi yaxınlığındakı Zuğulba ərazisində yeni su mənbəyinin axtarılması işi heç bir nəticə verməmişdir [3, v. 15]. Lakin buna baxmayaraq, 1881-ci ildə Böyük Bakı sənaye rayonunun su ilə təchiz olunması işini həyata keçirmək üçün “Zuğulba” mənbəyindən də istifadə edilməsi təşəbbüsü irəli sürülmüşdü. Bir müddət sonra, yəni 1889, 1896 və 1898-ci illərdə bu barədə yenidən məsələ qaldırılsa da, bu təşəbbüslər heç bir nəticə verməmişdi. Belə ki, Zuğulba suyunun tədqiq olunması zamanı onun tərkibində kükürd turşusu və xlorlu duzların həddindən artıq çox olduğu müəyyən edilmişdir. Lakin buna baxmayaraq məcburiyyət qarşısında qalan Bakı şəhər idarəsi 1903-cü ildə Zuğulba mənbəyindən şəhərə su kəməri çəkmək üçün A.S.Məlikovla müqavilə bağlamışdı. Müqavilədə göstərilən şərtlərə görə, Zuğulba suyu şirənləşdirilmiş dəniz suyu ilə qatışdırıldıqdan sonra istehlakçıların istifadəsinə buraxılmalı idi. Artıq 1904-cü ilin sonlarında Zuğulba su kəməri işə salınmışdı və sutka ərzində mədən rayonlarını 45 min vedrə su ilə təmin etmək gücünə malik idi. Lakin Zuğulba suyunun tərkibinin həddindən artıq cod olması onun istifadəsini məhdudlaşdırırdı. 1908-ci ildə “Artur Koppel” su şirənləşdirici qurğusu artıq sutka ərzində 90 min vedrə su verdiyindən, Zuğulba su kəməridən yalnız mədən rayonlarında istifadə olunurdu [2, 35-36]. Bundan başqa 1888-ci ildə su mühəndisi V.İ.Meqvinov tərəfindən də Kür-Bakı su kəmərinin çəkilməsi barədə təklif irəli sürülmüşdü. Həmin ilin oktyabrında mühəndis P.A.Aslanov bu kəmərin çəkilməsi üçün ona konsessiya verilməsini xahiş etmişdi. 1890-cı ildə V.İ.Meqvinov tərəfindən bu konsessiyanın alınması barədə yenidən vəsatət qaldırılsa da, bu vəsatət Bakı şəhər Duması tərəfindən rədd edilmişdir [2, 37-38].

Kür-Bakı su kəmərinin çəkilməsi tədbiri baş tutmasa da, XIX əsrin sonu – XX əsrin əvvəllərində müxtəlif yollarla daşınan Kür suyu Böyük Bakı sənaye rayonu əhalisinin suya olan tələbatını müəyyən qədər ödəmişdi. Kür çayından gətirilən su ilə əsasən 100 min nəfər əhalinin yaşadığı Bibiheybət, Ağşəhər, Qaraşəhər, Balaxanı, Sabunçu, Ramana və Zabrat mədən-zavod rayonu təmin olunurdu [2, 38].

1908-ci ildə Pırşağıda su mənbəyinin axtarılması işi həyata keçirilsə də bu tədbir heç bir nəticə verməmişdir. Bakı Neft Sənayeçiləri Qurultayı Şurasının maliyyə-təftiş komissiyası tərəfindən “müəmmalı müəssisə” adlandırılan və Bakı neft sənayeçilərinin növbəti qurultayında qızğın müzakirələrə səbəb olan su mənbəyinin axtarılması işinə 12 min rubl vəsaitin sərf olunmasına baxmayaraq, Pırşağı suyu istifadə üçün yararsız hesab olunmuşdur. 1908-ci ilin oktyabrında tərkibi qurultay Şurası su təchizatı bölməsinin müdiri Y.F.Tağıanov, qurultay Şurası texniki cəmiyyətin kimyaçısı Her və mühəndis Xazanoviçdən ibarət olan komissiya Pırşağı suyunu müayinə etmək məqsədilə həmin əraziyə ezam olunmuşdular. Sudan götürülən analizlər quyulardakı suyun duzlu olduğunu göstərmişdir ki, bunun da səbəbi həmin suyun dəniz suyu ilə torpaqaltı qarışığının əmələ gəlməsi ilə bağlı idi. Bu suyun tədricən dəniz suyuna çevrilməsi təhlükəsi olduğundan, ondan istifadə edilməsi qeyri-mümkün hesab olunmuşdur. Hətta belə bir fakt da var ki, bir qrup şəxs öz şəxsi işləri ilə bağlı olaraq quyulardan suyu çəkib çıxarsalar da, artıq 3 həftə idi ki, ondan istifadə edə bilməmişdilər [5].

1915-ci ildə Böyük Bakı sənaye rayonunun su ilə təchiz olunması işi “Artur Koppel” firmasının suşirənləşdirici müəssisəsi (sutkalıq gücü 90 min vedrə), “Suraxanı-Kür” inhisarçı cəmiyyətinin şəhərin cənubunda yerləşən su anbarı (sutkalıq gücü 50 min vedrə), şəhərin əsasən yuxarı hissəsində yerləşən və istifadə üçün demək olar ki, yararsız vəziyyətdə olan quyu suları, Balaxanı, Sabunçu və Ramana neft mədənləri rayonlarının əhalisi üçün

“Zuğulba” şirkətinin xüsusi su kəməri (sutkalıq gücü 40 min vedrə) vasitəsilə həyata keçirilirdi [2, 39-40].

Çar hökumətinin ucqarlarda tətbiq etdiyi müstəmləkəçilik siyasəti su təchizatı işində də özünü göstərirdi. Su təchizatı işinin təkmilləşdirilməsi məqsədilə həyata keçirilən tədbirlərə çar xəzinəsindən bir qəpik də olsun vəsait ayrılmır, bütün xərclər Bakı şəhər idarəsi və digər icraçı qurumların üzərinə düşürdü. Həyata keçirilən tədbirlərə baxmayaraq, mövcud su mənbələri Bakı sənaye rayonu əhalisinin suya olan tələbatını tamamilə ödəmək gücündə deyildi [1, 16-17].

Yuxarıda göstərilən layihələrdən fərqli olaraq, XIX əsrin sonunda Bakıya dəvət olunmuş ingilis mütəxəssisi U.H.Lindleyin təklif etdiyi su təchizatı layihəsi daha uğurla başa çatdırılmış və “Şollar-Bakı” su kəmərinin çəkilməsi işi həyata keçirilmişdir.

Lindley Samur dairəsi və Quba qəzası ərazisində hidrogeoloji araşdırmalar apardıqdan sonra, Şollar və Fərzəlioba ərazisində güclü yeraltı su axınının olduğunu müəyyənləşdirmişdir. Kür və Samur çaylarını da müəyinə etdikdən sonra, Lindley Şollar su mənbəyinin ən əlverişli variant olması üzərində qəti olaraq dayanmışdır. Şollar suyunun öz keyfiyyətinə görə Kür və Samur çaylarından daha üstün olması, bulaqlıq ərazisinin güclü yeraltı su ehtiyatına malik olması və şimaldan cənuba doğru meyl etməsi səbəbindən su kəmərinin daha ucuz başa gəlməsi kimi amillər Lindleyin irəli sürdüyü fikirlərin əsasında dayanırdı [2, 30-31].

Lakin bəhs olunan dövrdə mövcud yeraltı sular torpaq sahiblərinin xüsusi mülkiyyəti sayıldığından, Bakı şəhər Duması Lindleyin təklifini rədd etmiş və ona “Kür”, “Samur” variantları üzrə su kəməri layihələrini hazırlamaq tapşırığını vermişdi. Lindleyin “Kür” və “Samur” variantları üzrə verilən tapşırıqla razılaşmamasının səbəbi o idi ki, həmin vaxt çay suyunu təmizləmək üçün istifadə olunan qurğular keyfiyyətli deyildi. Yeraltı sular isə bu prosesi keçmədən əhalinin istifadəsinə verilə bilərdi [2, 31]. Bundan başqa Lindley su təchizatı üzrə komissiya tərəfindən vəsaitin ayrılmasını və indiyə qədər heç bir yerdə belə bir münasibətlə rastlaşmadığını da qeyd etmişdir [6, 41].

1900-1902-ci illərdə Bakı şəhərində yayılan vəba xəstəliyi Bakı şəhər idarəsini “Şollar” bulaqlığından su kəməri çəkmək üçün Lindleylə layihə tərtib etmək haqqında müqavilə bağlamağa məcbur etdi [2, 32]. İlk vaxtlar müqavilədə nəzərdə tutulan işlər həyata keçirilsə də, Quba qəzası əhalisinin Şollar suyundan suvarma məqsədi üçün istifadə etməsi, fransız qazma firmasının müqavilədə göstərilən müddət ərzində işin yalnız 8%-ni görməsi, su kəmərinin çəkilişi üçün tələb olunan miqdarda kapitalın çatışmaması səbəbləri üzündən işlər dayandırılmışdı. Beləliklə, 20 min rubl vəsaitin sərf olunmasına baxmayaraq, su kəməri çəkilməsi məsələsi yenə də həll edilməmiş qalmışdı [2, 34-35].

1904-cü ildə Lindleylə əlaqələr tamamilə kəsilsə də, 1907-ci ildə Bakı şəhər idarəsi yenidən onunla danışıqları bərpa etmişdi [6, 42]. Bakı şəhər Dumasının 1909-cu il martın 25-də keçirilən növbəti iclasında mühəndis Lindley öz məruzəsində Kür və Samur çaylarının suyuna nisbətən Şollar suyunun həm gigiyenik, həm sənaye, həm də maliyyə baxımından daha üstün olduğunu qeyd etmişdir [7].

Şollar su kəmərinin çəkilməsini çətinləşdirən digər bir amil ondan ibarət idi ki, bu kəmərin keçdiyi torpaq sahələri icarəyə verilməmişdi və sahibkarlar bu sahələrə görə külli miqdarda pul tələb edirdilər. Nəhayət, 1912-ci ilin yanvarında çar II Nikolayın verdiyi fərmana müvafiq olaraq su kəmərinin keçdiyi 770 desyatin torpaq sahəsi müsadirə edilmişdi [2, 41].

Bundan bir qədər əvvəl, 1911-ci ildə “Şollar-Bakı” su kəmərinin çəkilməsi ilə bağlı olaraq “Bunqe, Braykeviç və Palaşkovski”, “Mühəndis Plats” Rusiya şirkətləri və “Luici Fakkanoni” adlı italyan şirkəti, “Vuker və K<sup>0</sup>” adlı iri ingilis şirkəti ilə danışıqlara başlanmışdı. Bu danışıqların gedişində “Qriffits və K<sup>0</sup>” ingilis şirkəti tərəfindən Şollar su kəmərinin tikintisi barədə Bakı şəhər idarəsinə daha bir təklif daxil olmuşdur. “Qriffits və K<sup>0</sup>” şirkətinin şərtləri maliyyə baxımından daha əlverişli olduğundan su təchizatı üzrə Nəzarət Komissiyasının 1911-ci il 21 yanvar tarixli iclasında Bakı şəhər Dumasına bu şirkətin təklifini

qəbul edib, “Şollar-Bakı” su kəməri tikintisi işini həmin podrata təhvil verilməsi həvalə olunmuşdur [8, v. 77-77-arxa, 78-78-arxa, 79-79-arxa, 80-80-arxa].

Lakin yuxarıda göstərilən tikinti şirkətlərinin Şollar su kəmərinin çəkilməsi işini gecikdirməsi səbəbindən yalnız 1917-ci ilin əvvəllərində uzunluğu 186,5 km olan Şollar su kəmərinin birinci növbəsi başa çatdırılmışdır. Bəhs olunan dövrdə Avropanın ən uzun su kəməri olan Şollar-Bakı kəmərinin tikintisi zamanı 35 podratçı ilə müqavilələr bağlanmış, 170 müxtəlif sifarişlər verilmişdi. Tikinti üçün alınan təkcə müxtəlif istiqrazların ümumi məbləği təxminən 32 milyon rubla bərabər olmuşdur [2, 41-45].

Beləliklə, XIX əsrin 90-cı illərinə qədər olan dövrdə yalnız orta əsr quyuları ilə təchiz olunan Bakı şəhəri əsrin sonu və XX əsrin əvvəllərində quyu suyu, gəmi və dəmir yolu ilə gətirilən, şirəndirici qurğulardan alınan su ilə bərabər olaraq, Zuğulba və Şollar kimi su kəmərləri ilə də təchiz olunur, gün ərzində şəhərə milyonlarla vedrə su verilir. Lakin XX əsrin əvvəllərində şəhərin su təchizatı işini təkmilləşdirmək məqsədilə həyata keçirilən tədbirlərə baxmayaraq, ənənəvi su mənbələri və yeni su kəməri nəhəng Böyük Bakı sənaye rayonunun suya olan tələbatını tamamilə ödəmək gücündə deyildi [2, 46].

Bəhs olunan dövrdə Rusiya imperiyası ərazisində su təchizatı üzrə kifayət qədər təcrübəli mütəxəssislərin olmaması, texniki avadanlıqların yeni tələblərə cavab verməməsi, müxtəlif tədbirlərin həyata keçirilməsi üçün maliyyə yardımı göstərənlərin sayının az olması və s. amillər üzündən istehlakçıların suya olan tələbatı tamamilə ödənilməmişdir. Bu çatışmazlıqlar bir daha onu göstərir ki, Rusiya imperiyası ərazisində təhsilin səviyyəsinin aşağı olması səbəbindən texniki savada malik olan mütəxəssislər yetişmir, şəhərin su təsərrüfatı sahəsinə nəzarət olunması işi həyata keçirilmirdi. Su təchizatı işi üzrə əcnəbi mütəxəssislərin dəvət olunmasına gəldikdə, şəhərdə yalnız hər hansı bir epidemiyanın yayılması təhlükəsi yarandıqda, təklif olunan layihələrin maliyyələşdirilməsi işinə yerli inzibati idarəçilik orqanları tərəfindən diqqət ayrılırdı.

### **Ədəbiyyat siyahısı**

1. Xanəliyev V.M. Bakı şəhərinin su təchizatı tarixi (XIX əsrin ikinci yarısı – XX əsrin 70-ci illəri). Tarix elmləri namizədi alimlik dərəcəsi almaq üçün təqdim edilmiş dissertasiyanın avtoreferatı. Bakı: 1994, 32 s.
2. Xanəliyev V.M. Bakı şəhərinin su təchizatı tarixi (XIX əsrin ikinci yarısı – XX əsrin 70-ci illəri). Tarix elmləri namizədi alimlik dərəcəsi almaq üçün dissertasiya. Bakı: 1993, 174 s.
3. АМЕА ТІЕА, № 5456, qutu 313.
4. Стригунов И.В. Из истории формирования бакинского пролетариата (70-90-е годы XIX в.). Баку: Издательство Академии Наук Азербайджанской ССР, 1960, 289 с.
5. «Каспий», 1908, 8 октября, № 158.
6. К вопросу об устройстве канализации в г. Баку. Баку: Издание Коммунального Отдела Бакинского Совета, 1924, 48 с.
7. «Баку», 1909, 27 марта, № 69.
8. Azərbaycan Respublikası Dövlət Tarix Arxivi (ARDTA), f. 389, s. 7, iş 17.

### **ВОПРОСЫ ВОДООБЕСПЕЧЕНИЯ БОЛЬШОГО БАКИНСКОГО ПРОМЫШЛЕННОГО РАЙОНА (конец XIX–начало XX веков)**

**Халилов П.Р.**

*Институт истории им. А.А.Бакиханова НАН Азербайджана, Баку,  
aliyevai@rambler.ru*

### **РЕЗЮМЕ**

В статье рассматривается вопрос водоснабжения промышленного района Большого Баку в период начала высшего этапа развития капиталистических отношений в Северном

Азербайджане. Несмотря на то, что со стороны административных органов управления были реализованы различные мероприятия в области водного хозяйства города Баку, из-за роста числа городского населения, быстрого развития нефтяной промышленности существующие водные источники не могли обеспечить полностью потребность населения в воде. Ряд предложенных для принятия экспертами проектов по водообеспечению или же осуществленные поздно технические и экономические аспекты этих проектов не были должным образом подготовлены из-за финансовых проблем.

**WATER SUPPLY ISSUES OF GREAT BAKU INDUSTRIAL REGION  
(the end of XIX – beginning of XX centuries)**

**Khalilov P. R.**

*Institute of History of Azerbaijan National Academy of Sciences, Baku,  
aliyevai@rambler.ru*

***SUMMARY***

The article considers water supply in the industrial district of Great Baku during the early period of the highest stage of development of capitalist relations in Northern Azerbaijan. Although various activities in water supply sector of Baku were implemented by administrative authority, existing water sources could not satisfy the demand of population for water because of the growth of urban population, the rapid development of the oil industry. Technical and economical aspects of a number of projects on water supply suggested by the experts, or carried out later were not prepared properly because of the financial problems.



tava qabıqların qalınlığı onun üst səthinin müstəvi olması şərtindən aşağıdakı kimi dəyişdiyi təyin olunur:

$$h(x, y) = h_{\max} - \frac{16f}{a^2 b^2} (ax - x^2)(by - y^2) \quad (1)$$

Burada,  $z_0(x, y) = \frac{16f}{a^2 b^2} (ax - x^2)(by - y^2)$  - dəyişən qalınlıqlı tavanın alt səthinin tənliyidir;

$$f = h_{\max} - h_{\min}.$$

Tavanın qalınlığının (1) dəyişmə qanununa kiçik parametrlər  $\varepsilon$  daxil edilir:

$$h(x, y) = h_0 [1 + \varepsilon h^*(x, y)] \quad (2)$$

Burada  $h_0$  - tavanın qalınlığının orta qiymətidir və aşağıdakı kimi təyin olunur:

$$h_0 = \frac{1}{ab} \iint h(x, y) dx dy = \frac{1}{9} (5h_{\max} + 4h_{\min})$$

Kiçik parametrlər  $\varepsilon$  və qalınlığın həyəcanlandırıcı funksiyası  $h^*(x, y)$  aşağıdakı kimi təyin olunmuşdur:

$$\varepsilon = \frac{3(h_{\max} - h_{\min})}{5h_{\max} + 4h_{\min}}; \quad h^*(x, y) = -\frac{4f}{a^2 b^2} \left( ax - x^2 - \frac{a^2}{12} \right) \left( by - y^2 - \frac{b^2}{12} \right);$$

Şəkil 1-də qəbul olunmuş koordinat sistemində dəyişən qalınlıqlı tava-qabıqların orta səthinin tənliyi aşağıdakı formada təyin olunur:

$$z(x, y) = \frac{1}{2} \{ h_{\max} - h_0 [1 + \varepsilon h^*(x, y)] \} \quad (3)$$

Dəyişən sərtlik xarakteristikaları aşağıdakı kimi ifadə olunurlar:

$$D = D_0 [1 + \varepsilon h^*(x, y)]^3; \quad D_0 = \frac{E h_0^3}{12(1 - \nu^2)};$$

$$H = H_0 [1 + \varepsilon h^*(x, y) + \dots]; \quad H_0 = \frac{1}{E h_0}.$$

Beləliklə yuxarıda aparılmış əməliyyatlar nəzərə alınmaqla qurğuların zəlzələyə davamlılığının dinamika nəzəriyyəsi tətbiq olunmaqla dəyişən qalınlıqlı tava-qabıqların momentli nəzəriyyəsinin diferensial tənlikləri [4] işinə əsasən aşağıdakı kimi alınır:

$$\begin{aligned} D_0 \Delta^2 w + 3\varepsilon D_0 \left\{ h^*(x, y) \Delta^2 w + 2 \left[ \frac{\partial h^*(x, y)}{\partial x} \frac{\partial}{\partial x} \Delta w + \frac{\partial h^*(x, y)}{\partial y} \frac{\partial}{\partial y} \Delta w + \Delta h^*(x, y) \Delta w - \right. \right. \\ \left. \left. - (1 - \nu) L[h^*(x, y), w] \right] \right\} + \\ + \frac{1}{2} \varepsilon h_0 L[h^*(x, y), \varphi] - M_0 [1 + \varepsilon h^*(x, y)] \frac{\partial^2 w}{\partial t^2} = q(t) \end{aligned} \quad (4)$$

$$\begin{aligned} H_0 \Delta^2 \varphi + \varepsilon H_0 \left\{ h^*(x, y) \Delta^2 \varphi + 2 \left[ \frac{\partial h^*(x, y)}{\partial x} \frac{\partial}{\partial x} \Delta \varphi + \frac{\partial h^*(x, y)}{\partial y} \frac{\partial}{\partial y} \Delta \varphi + \Delta h^*(x, y) \Delta \varphi - \right. \right. \\ \left. \left. - (1 + \nu) L[h^*(x, y), \varphi] \right] \right\} - \\ - \frac{1}{2} \varepsilon h_0 L[h^*(x, y), w] = 0 \end{aligned}$$

Burada  $q(t)$  zəlzələ zamanı tava-qabıqların qrunun seysmik rəqslərindən hərəkəti nəticəsində yaranan həyəcanlandırıcı yüküdür və aşağıdakı kimi təyin olunur:

$$q(t) = -\frac{q(x, y)}{g} \ddot{y}_b(t) = q(x, y) T(t)$$

$y_b(t)$  - zəlzələ zamanı qrunun hərəkət tənliyidir;

$\ddot{y}_b(t)$  - yer səthində qrunun hərəkət təcildir.

Qrunun hərəkət tənliyi ümumiləşdirilmiş impuls şəklində [2] işində aşağıdakı kimi təklif olunmuşdur:

$$y_b(t) = a_0 Q(t) e^{-\varepsilon_0 t} \sin \omega t$$

Tava-qabıqların zəlzələyə davamlılığının (4) diferensial tənliklərin həllərini tavanın sərbəst rəqslərinin formaları  $W_{mn}(x, y)$  -ə görə Furiye sıralarına ayırılır:

$$\begin{aligned} \varphi &= \sum_m \sum_n \Phi_{mn}(t) W_{mn}(x, y); \\ w &= \sum_m \sum_n T_{mn}(t) W_{mn}(x, y); \\ q(t) &= \sum_m \sum_n q_{mn}(t) W_{mn}(x, y). \end{aligned} \quad (5)$$

Məsələnin (5) həllərini tavalarda (4) zəlzələyə davamlılıq tənliklərində yazdıqdan sonra, zamana görə aşağıdakı diferensial tənliyi əldə olunur:

$$\frac{d^2 T_{mn}}{dt^2} + \omega_{mn}^2 T_{mn} = q_{mn}(t)$$

Bu tənliyin xüsusi həlli seysmik impulsun formasına görə aşağıdakı kimi seçilir:

$$T_{mn}(t) = k_s \eta_{mn} q e^{-\varepsilon_0 t} [\varphi_1(t) \cos \omega t + P_1(t) \sin \omega t]$$

Beləliklə seysmik yük təyin olunur:

$$q_s(t) = k_s q e^{-\varepsilon_0 t} \sum_m \sum_n \eta_{mn} \beta_{mn}(t) W_{mn}(x, y) \quad (6)$$

Burada işarə olunmuşdur:

$$k_s = \frac{a_0 \omega^2}{g}; \quad \eta_{mn} = \frac{\iint W_{mn}(x, y) dx dy}{\iint W_{mn}^2(x, y) dx dy};$$

$$\beta_{mn}(t) = [P(t) - P_2(t)] \sin \omega t + [\varphi(t) - \varphi_2(t)] \cos \omega t;$$

$$P(t) = \left(1 - \frac{\varepsilon_0^2}{\omega^2}\right) Q(t) - \frac{2\varepsilon_0}{\omega} Q'(t) + \frac{Q''(t)}{\omega^2};$$

$$\varphi(t) = -\frac{2\varepsilon_0}{\omega} Q(t) + \frac{2}{\omega} Q'(t).$$

İnşaat normaları və qaydalarında (AzDTN 2.3-1\* “Seysmik rayonlarda tikinti”, Bakı, 2010) konstruksiyaların zəlzələyə davamlılığı  $\beta_{mn}(t)$  əmsalının zamandan asılı ən böyük qiymətinə görə aparılmasına icazə verilir və hesablamalarda  $\max \beta_{mn}(t_0)$  qiymətindən istifadə olunur. Bu da məsələnin həllinin zamandan asılılığını aradan qaldırır və seysmik yükün qiymətinin statik təsirinə hesablamalar aparılır. Məsələn  $y_b(t) = a_0 \sin \omega t$  impulsunu nəzərdən keçirdikdə, ədəbiyyatlardan məlum olan həll alınır:

$$\max \beta_{mn}(t_0) = \frac{1}{1 - \frac{\omega^2}{\omega_{mn}^2}}$$

Əsas diferensial tənlikdə seysmik yükü nəzərə alıqda, yəni

$$q_s = q(x, y) T(t_0) + M_0 [1 + \varepsilon h^*(x, y)] \omega^2 T(t_0)$$

və yaxud:

$$q_s = k_s q e^{-\varepsilon_0 t_0} \sum_m \sum_n \eta_{mn} \beta_{mn}(t_0) W_{mn}(x, y) \quad (7)$$

Beləliklə, tava-qabıqların yekun diferensial tənliyi (4) aşağıdakı kimi zamandan asılı olmayan şəkə düşür:

$$\begin{aligned} D_0 \Delta^2 w + 3\varepsilon D_0 \left\{ h^*(x, y) \Delta^2 w + 2 \left[ \frac{\partial h^*(x, y)}{\partial x} \frac{\partial}{\partial x} \Delta w + \frac{\partial h^*(x, y)}{\partial y} \frac{\partial}{\partial y} \Delta w + \Delta h^*(x, y) \Delta w \right] \right. \\ \left. - (1 - \nu) L[h^*(x, y), w] \right\} + \\ + \frac{1}{2} \varepsilon h_0 L[h^*(x, y), \varphi] = q_s(x, y) \end{aligned}$$



(8)

$$H_0 \Delta^2 \varphi + \varepsilon H_0 \left\{ h^*(x, y) \Delta^2 \varphi + 2 \left[ \frac{\partial h^*(x, y)}{\partial x} \frac{\partial}{\partial x} \Delta \varphi + \frac{\partial h^*(x, y)}{\partial y} \frac{\partial}{\partial y} \Delta \varphi + \Delta h^*(x, y) \Delta \varphi - \right] \right. \\ \left. - (1 + \nu) L[h^*(x, y), \varphi] \right\} - \frac{1}{2} \varepsilon h_0 L[h^*(x, y), w] = 0$$

Beləliklə, dəyişən qalınlıqlı tava-qabıqların zəlzələyə davamlılığının yekun diferensial tənlikləri zamandan asılı olmayıb kiçik parametr  $\varepsilon$  iştirak edir və onlar kiçik parametrlər üsulu ilə həll olunur. Onların həlli aşağıdadır: sabit əmsallı ardıcıl diferensial tənliklər sisteminə gətirilir [4]:

$$D_0 \Delta^2 w_k = F_k(x, y); \quad (9)$$

$$H_0 \Delta^2 \varphi_k = C_k(x, y)$$

Burada  $F_k(x, y)$  və  $C_k(x, y)$  funksiyaları (9) ardıcıl diferensial tənliklərin sağ tərəfləridir və [4] işində verilmişdir və hər yaxınlaşmada məlum funksiyalardır.

İlkin yaxınlaşmada ( $k=0$ )  $F_0(x, y) = q_s$ ;  $C_0(x, y) = 0$  olduqda məsələnin həlli məlum diferensial tənliklərinə çevrilirlər:

$$D_0 \Delta^2 w_0 = q_s; \quad (10)$$

$$\Delta^2 \phi_0 = 0$$

Birinci yaxınlaşmada ( $k=1$ ) ardıcıl tənliklərin sağ tərəfləri [4] işində verilmiş və yükün statik təsirinə hesablanması aparılmışdır.

Qalınlığı dəyişən tava-qabıqların sərbəst rəqslərinin tezliyi kiçik parametrlər üsulu ilə təyin olunmuş və aşağıdakı həll alınmışdır:

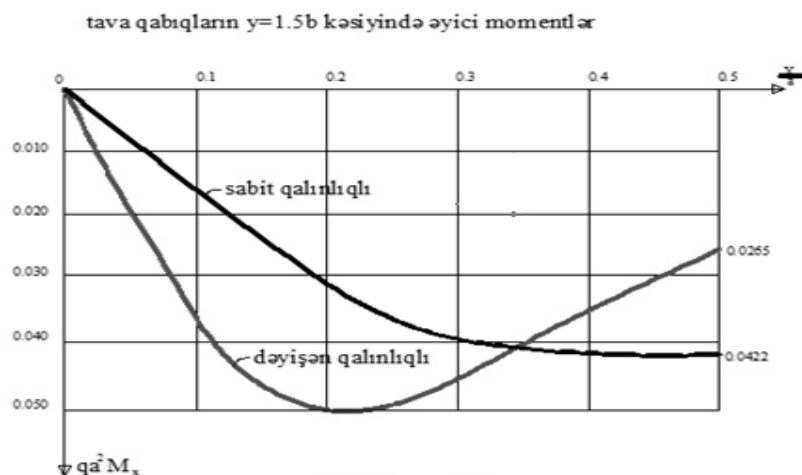
$$\Omega^2 = \Omega_0^2 + \varepsilon \Omega_1^2 \quad (11)$$

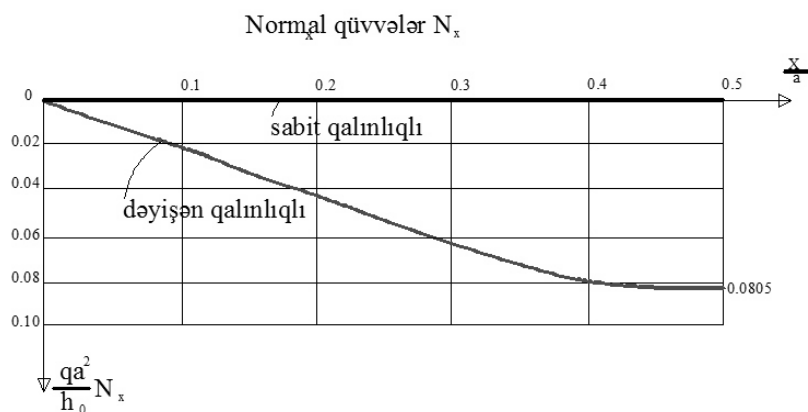
Burada:  $\Omega_0^2 = D_0 \Delta_{mn}^2$ :

$$\Omega_1^2 = -\frac{2}{3} D_0 \Delta_{mn}^2 \left[ \left( 1 + \frac{6}{m^2 \pi^2} \right) \left( 1 + \frac{6}{n^2 \pi^2} \right) - \frac{16(1-\nu)}{\pi^2 \left( m^2 + \frac{n^2}{\gamma^2} \right)^2} (m^2 + n^2 + 2,49) \right];$$

$$\Delta_{mn}^2 = \left( m^2 + \frac{n^2}{\gamma^2} \right)^2; \quad m, n = 1, 2, 3 \dots$$

Dəyişən qalınlıqlı tava-qabıqların statik və seysmik yükün təsirindən hesablanma misalları aşağıdakı qrafiklərdə verilmişdir. Zəlzələ yükünün təsirindən daxili qüvvələr 35% artmışdır.





Şəkil 2. Daxili qüvvələrin qrafikləri

Hesablamalar nəticəsində aşağıdakı nəticələr əldə olunmuşdur:

1. Müstəvi örtüklərə nisbətən tava-qabıqların tətbiqi nəticəsində betonun sərfinə  $h_{\max}=20\text{sm}$ ,  $h_{\min}=5\text{sm}$  olduqda 33% qənaət olunur;
2. Tava-qabıqların dartılan zonasında dartıcı gərginlik  $0,2532 \frac{qa^2}{h_0^2}$  -dan  $0,0785 \frac{qa^2}{h_0^2}$  -a qədər azalır ki, bu da təklif olunan konstruksiyanın fəza işinin nəticəsi kimi qiymətləndirilir;
3. Dəyişən qalınlıqlı tava-qabıqların dartılan zonasında əlavə sıxıcı normal gərginlik  $\sigma_x = -0,0805 \frac{qa^2}{h_0}$  yaranır ki, bu da armatur sərfini azaldır;
4. Təklif olunmuş hesablama alqoritmində kiçik parametrlərə görə həllərdə iki yaxınlaşma kifayətdir.

#### Ədəbiyyat siyahısı

1. Штаерман Ю.Я. Вспарушенные плиты ( Проектирование и возведение). Изд-во “Техника да шрама”, Тбилиси, 1954, 132 стр.
2. Руководство по проектированию железобетонных пространственных конструкций покрытий и перекрытий. М., Стройиздат, 1979, 421 стр.
3. AzDTN 2.3-1\* “Seysmik rayonlarda tikinti”, Bakı, 2010.
4. Seyfullayev X. Q., Cəbrayıllova G.X. Yuxarı səthi müstəvi olan dəyişən qalınlıqlı tava-qabıqların hesablanması., Azərbaycanca İnşaat və Memarlıq, 3(10)2016.

#### СЕЙСМОСТОЙКОСТЬ РАЦИОНАЛЬНЫХ ФОРМ ПЕРЕКРЫТИЙ ВОДНЫХ СООРУЖЕНИЙ В ВИДЕ ПЛИТ-ОБОЛОЧЕК ПЕРЕМЕННОЙ ТОЛЩИНЫ ВОЗВОДИМЫХ В СЕЙСМИЧЕСКИХ РАЙОНАХ

<sup>1</sup>Сейфуллаев Х.К., <sup>2</sup>Джебраилова Г.Х.

<sup>1</sup>Азербайджанский НИИ Строительства и Архитектуры, г. Баку, [hanlar.seyfullayev@mail.ru](mailto:hanlar.seyfullayev@mail.ru)

<sup>2</sup>Азербайджанского Университета Архитектуры и Строительства

#### РЕЗЮМЕ

В работе предлагается новая рациональная форма перекрытий водных сооружений в виде плит-оболочек переменной толщины. Приводятся основные дифференциальные уравнения плит-оболочек переменной толщины и дается решения этих уравнений методом малого параметра. Дается методика определения сейсмической нагрузки и результаты сейсмического расчета этих плит.

**SEISMIC STABILITY OF RATIONAL FORMS OF SLABS OF WATER FACILITIES  
IN THE FORM OF SHELL-PLATES OF VARIABLE THICKNESS ERECTED  
IN SEISMIC REGIONS**

**<sup>1</sup>Seifullayev Kh.K., <sup>2</sup>Dzhebrailova G.Kh.**

*<sup>1</sup> Azerbaijan Scientific-Research Institute of Construction and Architecture, Baku, xanlar.seyfullayev@mail.ru*

*<sup>2</sup> Azerbaijan University of Architecture and Construction*

***SUMMARY***

This paper proposes a new rational form of slabs water facilities in the form of shell-plates of variable thickness. The basic differential equations of shell-plates of variable thickness and provides a method for solving these equations by the method of small parameter. A method for determination of seismic loads and seismic analysis of these plates is given.

## АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ОБЕЗЗАРАЖИВАЮЩИХ РЕАГЕНТОВ В ПРОЦЕССАХ ОЧИСТКИ ВОДЫ ДЛЯ ХОЗЯЙСТВЕННО-ПИТЬЕВЫХ ЦЕЛЕЙ

<sup>1</sup>Продоус О.А., <sup>2</sup>Новиков М.Г.

<sup>1</sup>Генеральный директор ООО «Компания ИНКО» д.т.н., профессор.

<sup>2</sup>Советник генерального директора АО «Ленводоканалпроект», д.т.н.,  
Заслуженный работник ЖКХ РФ.

К основным критериям качества питьевой воды относятся: ее безопасность в эпидемическом отношении, безвредность по химическому составу и обладание благоприятными органолептическими свойствами. На основании этих критериев в различных странах разработаны соответствующие нормативные документы, регламентирующие качество питьевой воды, в том числе по микробиологическим и паразитологическим показателям [1].

Изучение степени риска здоровью населения в зависимости от величины биологических загрязнений в потребляемой воде убедительно показало, что опасность заболеваний от указанных выше показателей во множество раз выше, чем от загрязнения воды химическими соединениями.

Именно по этой причине в мировой практике почти повсеместно в процессах очистки воды ее подвергают хлорированию - методу не только характеризующемуся достаточно широким спектром антимикробного действия, но и обладающему обеззараживающим последствием.

По мнению ряда крупных гигиенистов, хлорирование воды явилось наиболее эффективным прорывом в медицине XX века, позволившим остановить распространение большинства передаваемых водным путем эпидемий, в том числе обусловленных заболеваемостью брюшным тифом, холерой и дизентерией. Вместе с тем, нормируемые ПДК хлора перед подачей в распределительную сеть (остаточного свободного в пределах 0,3-0,5 мг/л; остаточного связанного в пределах 0,8-1,2 мг/л) являются малоэффективными по отношению к энтеровирусам и простейшим.

Так, по данным НИИ экологии человека и гигиены окружающей среды им. А.Н. Сысина, для обеззараживания воды от энтеровирусов необходима продолжительность контакта от 30 мин до 4-х часов и концентрация остаточного хлора должна быть не менее чем 1,0-2,07 мг/л. Для обеззараживания воды от цист лямблей при продолжительности контакта 30-60 мин необходима концентрация остаточного свободного хлора 2-5 мг/л или 1-3 часа при остаточном связанном хлоре 5-20 мг/л. В свою очередь, вирус гепатита А (ВГА) обладает высокой устойчивостью и при режиме хлорирования со связанным остаточным хлором 0,8-1,2 мг/л, который используется на станциях водоподготовки, практически не инактивируется и т.д [2].

Приведенное выше свидетельствует о том, что хлорирование, хотя и приводит к сокращению инфекций, передающихся с питьевой водой, но, к сожалению, полностью решить данную проблему не способно.

Кроме того, уже в 70-80 гг. прошлого столетия были получены убедительные данные в отношении того, что хлорирование способствует образованию в воде, содержащей органические вещества (природного или промышленного происхождения), галогенсодержащих соединений (ГСС), к на более опасным из которых с носятся:

- хлороформ - обладающий канцерогенной активностью;
- дихлорбромметан, хлоридбромметан, трибромметан - обладающие мутагенными свойствами;

• 2,4,6-трихлорфенол, 2-хлорфенол, дихлорацетонитрил, хлорпиредин, полихлорированные бифенилы - являющиеся иммунотоксичными канцерогенными веществами;

• тригалогенметаны - канцерогенные соединения т.д.

За последние годы американскими учеными в хлорированной воде было идентифицировано более 260 ГСС. С учетом данных о канцерогенности и мутагенности большинства из них во многих развитых странах были введены государственные нормативы, ограничивающие содержание ГСС в питьевой воде. При этом имеет место тенденция к непрерывному снижению их ПДК, а в нормативных документах ряда стран в качестве перспективной цели рассматриваются мероприятия, направленные на предотвращение образования ГСС в питьевой воде.

Для полноты картины следует отметить, что негативное воздействие на организм человека вызывает не только питьевая вода, содержащая ГСС, но и вода, попадающая через кожу во время приема ванн или посещения бассейна. При этом по имеющимся данным, часовое купание в бассейне с хлорированной водой равноценно нескольким литрам выпитой хлорированной воды [3].

Однако это только одна сторона вопроса, другой - является то обстоятельство, что затраты, связанные с обеспечением безопасности (при хранении, транспортировании и использовании) жидкого хлора во множество раз превышают затраты на осуществление процесса хлорирования. Более того, из-за возможных террористических актов дальнейшее применение на водоочистных станциях жидкого хлора, являющегося, помимо прочего, опасным химическим веществом, становится просто недопустимым.

В этом плане в преобладающем большинстве случаев отказ (уход) от опасного жидкого хлора осуществляется за счет обеззараживания воды менее токсичным и более простым в эксплуатации гипохлоритом натрия, получаемым в том числе на месте потребления путем электролиза раствора поваренной соли. Вместе с тем, использование гипохлорита натрия, в свою очередь, связано с рядом весьма существенных недостатков:

- при введении гипохлорита натрия в воду одновременно в неё попадает достаточно большое количество хлорид-ионов, что, при обеззараживании относительно мягких вод, неизбежно приводит к интенсификации коррозионных процессов внутренней поверхности стенок стальных и чугунных трубопроводов, по которым очищенная и обеззараженная вода транспортируется к потребителю;

- применение гипохлорита натрия для обеззараживания воды (при прочих равных условиях) не только не снижает количество образующихся ГСС (в частности тригалометанов), но в ряде случаев способствует их значительному увеличению;

- гипохлорит натрия обладает меньшей бактерицидной активностью по сравнению с жидким хлором, в связи с чем для обеспечения с последним одинакового эффекта обеззараживания воды требует существенного увеличения времени контакта [4].

Тем не менее, следует иметь ввиду, что, несмотря на приведенные выше недостатки жидкого хлора и гипохлорита натрия, отказ от них (без замены на какой-либо разрешенный для применения в питьевом водоснабжении реагент) напрямую приводит к неизбежным кишечным заболеваниям в то время, как их применение связано с отдаленным риском заболеваний, в том числе – онкологических.

С целью снижения негативных моментов, связанных с возникновением при обеззараживании воды жидким хлором или гипохлоритом натрия ГСС, в последнее десятилетие в отечественной практике всё шире применяется метод их предварительного аммонирования, в результате чего образуются хлорамины (связанный хлор) – вещества с гораздо меньшим окислительным потенциалом.

Такой прием, позволяющий существенно (до десятка раз) снизить количество образующихся ГСС, однако, приводит к тому, что одновременно уменьшается активность обеззараживания. Кроме того хлорамины характеризуются достаточно сильным аллергенным действием, что представляет опасность при ряде заболеваний [5].

Приведенные данные свидетельствуют, что рассмотренные выше наиболее широко применяемые для обеззараживания воды реагенты являются далеко не оптимальными, что явилось причиной появления на отечественном и зарубежном рынках ряда аналогичных по назначению реагентов, способных если не устранить, то в какой-то степени уменьшить негативные моменты от использования традиционных.

Ниже в таблице 1 приводится анализ некоторых из таких реагентов, применяемых в ряде случаев для обеззараживания воды.

Таблица 1

Анализ ряда обеззараживающих реагентов.

Наименование	Основные достоинства	Основные недостатки
Диоксид хлора [6]	Эффективный дезинфекант для всех видов микроорганизмов и вирусов, не образует ГСС. Эффективный окислитель, способствующий улучшению органолептических свойств воды.	В связи с необходимостью получения на месте использования требует перевозку и хранение легковоспламеняющихся исходных составляющих. При дозах, необходимых для обеззараживания, в большинстве случаев приводит к образованию хлоратов и хлоритов в количествах превышающих их ПДК в питьевой воде.
Озон [7]	Эффективный дезинфекант для всех видов микроорганизмов и вирусов, не образует ГСС. Эффективный окислитель, способствующий улучшению органолептических свойств воды.	Образует опасные для здоровья побочные продукты (альдегиды, кетоны, пероксиды и пр.), для удаления которых требуется дополнительное использование фильтров с биологически активной загрузкой. Расщепляет органические соединения на фрагменты, являющиеся питательной средой для разного вида микроорганизмов. Не обладает остаточным дезинфицирующим последствием. Требуется значительных капитальных и эксплуатационных затрат.
Растворы оксидантов [8,9,10,11,12]	Эффективный дезинфекант для всех видов микроорганизмов и вирусов. Эффективный окислитель, способствующий улучшению органолептических свойств воды.	Необходимость утилизации щелочного католита, образующегося в результате производства растворов оксидантов (анолита), объем которого (щелочного католита) равен приблизительно 1/6 объема анолита. Образование и поступление в питьевую воду одновременно побочных продуктов всех входящих в состав смеси оксидантов. Большинство побочных продуктов различных оксидантов являются канцерогенами и мутагенами для которых отсутствует порог действия (т.е. говорить о том, что концентрация этих побочных продуктов,

		<p>которая пусть и ниже установленной ПДК, является безопасной - нельзя), плюс побочным продуктам различных оксидантов присущ эффект не только суммации действия, но и взаимной потенциации, поэтому значительно меньшее количество любого отдельно взятого побочного продукта одного оксиданта с лихвой компенсируются (по возможному негативному влиянию на здоровье) разнообразием побочных продуктов, которые все вместе, одновременно попадают в питьевую воду при применении раствора оксидантов. Применение на первичном этапе водоподготовки раствора оксидантов приводит к лизису водорослей, которые в наше время есть в каждом поверхностном источнике водоснабжения и не удаляются из обрабатываемой воды до момента первичного введения оксидантов. В результате лизиса водорослей в питьевую воду высвобождаются гепато- и нейротоксичные вещества.</p>
<p>Реагенты на основе полигексаметиленгуанидин гидрохлорида (ПГМГ-ГХ) «Дезавид», «Дезавид-концентрат», «ДеФлок» и др.. [13,14]</p>	<p>Эффективный дезинфектант для всех видов микроорганизмов и вирусов, не образует ГСС.</p> <p>Проявляет двойное действие, выступая в качестве обеззараживания и флокулянта.</p> <p>Использование с применением коагулянта позволяет обеспечить высокую степень очистки и обеззараживания, обладает высоким обеззараживающим последствием.</p> <p>Является в определенной степени ингибитором коррозии трубопроводов, по которым очищенная и обеззараженная вода транспортируется к потребителю.</p>	<p>Перед внедрением требует проведения лабораторных и опытно-производственных испытаний с отработкой технологии применения. Отсутствует специфический аналитический метод определения ПГМГ-ГХ с пределом измерения ниже 0,05 мг/л.</p>

Приведенный выше анализ убедительно показал, что из рассмотренных выше реагентов, только реагенты на основе ПГМГ-ГХ( поскольку они не являются окислителями) при использовании не образуют в воде новые токсичные продукты.

Более того, по сравнению с остальными обеззараживающими веществами реагенты на основе ПГМГ-ГХ, обладают не только биоцидными, но и флокулирующими свойствами, что при коагуляционной водоочистке, с их применением позволяет более эффективно удалять сорбируемые на флокулах загрязнения, в том числе соли тяжелых металлов и органические соединения. [15].

Флокулирующие и биоцидные свойства реагентов, содержащих ПГМГ-ГХ, обоснованы его структурой. Так, объединение в одной полимерной цепи множества гуанидовых группировок придает всей макромолекуле полимера большой положительный заряд и обуславливают его способность вступать в электростатическое взаимодействие с отрицательно заряженными частицами различной природы.

В результате микроорганизмы, несущие в своем большинстве электроотрицательный заряд, обеспечивают сорбцию положительно заряженного вещества на поверхности микробной клетки. Это приводит к разрушению цитоплазматической мембраны, вещество проникает вглубь клетки, нарушает обмен веществ, воспроизводящую способность нуклеиновых кислот и белков, угнетает дыхательную систему, что приводит к гибели микроорганизма [13].

С 2011 г. На водоочистной станции №3 г. Череповца производительностью 100 тыс.м<sup>3</sup>/сут. в реагентной схеме очистки вместо ранее использованных для обеззараживания воды (аммиачной воды + хлор) применяется реагент на основе ПГМГ-ГХ.

Сравнительные показатели качества воды по данным схемам приведены в таб. 2.

В процессе работы с новым реагентом была отработана оптимальная схема его ввода. При его введении в трубопровод речной воды перед рециркуляторами-осветлителями оно выполняет свою основную функцию по обеззараживанию воды, а также улучшает процесс коагуляции, поскольку сочетает в себе свойства дезинфектанта и флокулянта. Введение реагента перед скорыми фильтрами позволяет обеспечить санитарное состояние песчаной загрузки, что особенно актуально при повышении температуры воды и увеличении содержания фитопланктона. Ввод реагента перед подачей в разводящую сеть (в трубопровод подачи в РЧВ) позволяет гарантировать качество воды по микробиологическим показателям при транспортировке по городской трубопроводной системе, протяженностью около 500 км. Количество точек ввода выбирается в зависимости от сезона года и бактериального состояния водоемисточника.[16].

Таблица 2.

Показатели качества питьевой воды при различных технологических схемах

Наименование показателя	Традиционная схема водоподготовки (аммиачная вода + хлор + коагулянт + уфо)	Инновационная схема водоподготовки (коагулянт + дез. ср-во с ПГМГ-ГХ + уфо)	ПДК по СанПин 2.1.4.1074-01 ГН 2.1.5.1315-03* ГН2.1.5.2280-07** не более
Цветность	< 15 град.	< 10 град.	20 град.
Мутность	< 1,0 мг/дм <sup>3</sup>	< 0,58 мг/ дм <sup>3</sup>	1,5 мг/ дм <sup>3</sup>
Хлороформ	0,06-0,16 мг/дм <sup>3</sup>	< 0,001 мг/дм <sup>3</sup>	0,06 мг/дм <sup>3</sup> **
Перманганатная окисляемость	< 5 мгО <sub>2</sub> /дм <sup>3</sup>	3,5-3,8 мгО <sub>2</sub> /дм <sup>3</sup>	5 мгО <sub>2</sub> /дм <sup>3</sup>
Железо по разводящей сети	< 0,3 мг/дм <sup>3</sup>	< 0,15 мг/дм <sup>3</sup>	0,3 мг/дм <sup>3</sup>



Т.о. использование в процессах очистки воды реагентов на основе ПГМГ-ГХ гарантированно способствует возможности получения питьевой воды безопасной в эпидемическом отношении, безвредной по химическому составу и обладающей благоприятными органолептическими свойствами.

Вместе с тем, перед практическим внедрением данной серии реагентов (впрочем, как и всех остальных) необходимо предварительное проведение лабораторных и опытно-производственных испытаний с целью отработки технологии и оптимальных доз их применения.

### Список литературы

1. Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения (СанПин 2.1.4.1074-01). Минздрав России, М. 2002
2. Е.Е. Лимаренко, М.Г. Новиков. «К вопросу хлорирования воды для питьевых и хозяйственно-питьевых целей». Ж. «Водные ресурсы и водопользование» 2014, № 1(120), с.10-11.
3. Жалдакова З.И., Харченкова Н.В. и др. «Экспериментальная оценка и прогноз образования хлорорганических соединений при хлорировании воды, содержащей промышленные загрязнения». Ж. «Гигиена и санитария», 2002, №3, с.26-29.
4. Селезнев Г.М., Лыков С.М. и др. «Новые технологии и оборудование для дезинфекции воды – альтернатива хлору». Ж. «Безопасность труда в промышленности», 2007, №2 с.64-66.
5. Dan Kroll, Security of National Water Supply, The American Society for Microbiology and ASM Biodefense and Emerging Disease Meeting, Washington D.C.Watch, 2007
6. Желдакова З.И., Тульская Е.А. «Сравнение реакционной способности дезинфицирующих агентов по отношению к ароматическим химическим соединениям в воде», 2010, №4, с.37-41.
7. Бахир В.М., «Дезинфекция питьевой воды: проблемы и решения».Ж.»Питьевая вода», 2003, №1, с.17-34.
8. Бахир В.М. «Дезинфекция питьевой воды: анализ и перспективы».Ж. «Питьевая вода», 2007, №3, с.17-19.
9. LeChevallier, Mark W and Au, Kwok-Keung 2004, Water Treatment and Pathogen Control. Process Efficiency in Achieving Safe Drinking Water: Printed by TJ International (Ltd), Padstow, Cornwall, UK. — Published on behalf of the World Health Organization by IWA Publishing, Alliance House, 12 Caxton Street, London SW1H 0QS, UK, 136 p.
10. Прокопов В.О. Канцерогенний ризик для здоров'я тригалометанів – побічних продуктів хлорування питної води / В.О. Прокопов, Г.В. Чичковська // Довкілля та здоров'я. – Київ, 2002. - № 4(23). – С. 20-24.
11. Загороднюк Ю.В. Закономірності утворення хлорорганічних сполук у процесах очищення та транспортування питної води (на прикладі водоочисних споруд міста Нікополь) / Ю.В. Загороднюк, С.Т. Омельчук, К.Ю. Загороднюк, М.І. Василенко // Медичні перспективи (науковий журнал Дніпропетровської державної медичної академії). – Дніпропетровськ, 2011. - том XVI, №2. - С. 110-117.
12. Zagorodniuk, K., Bardov, V., Omelchuk, S., Zagorodnyuk, Yu., Pelo, I., 2015, Ukraine's population water supply: nowadays realities and ecologically-hygienic assessment of possible ways of branch's development: International scientific periodical journal "The unity of science". – Vienna, Austria, pp. 193-202.
13. Плитман С.И., Фигурина Т.И. и др. «Гигиенические и санитарно-технические аспекты применения в водопроводно-практике реагентов на основе ПГМГ-ГХ», Ж. «Водоочистка.Водоподготовка. Водоснабжение», 2016, №2(98), с.70-74.
14. Воинцева И.И. «Полигексаметилен гуанидин гидрохлорид – реагент комплексного неокислительного действия для очистки и обеззараживания воды». Материалы шестой конференции, посвященной Международному дню воды и Дню работников ЖКХ «Современные технологии в системах водоснабжения и водоотведения». Вологда, 2015, с.30-43.

15. Ильин С.Н. «Использование инновационных технологий в области водоподготовки на комплексе водоочистных сооружений МУП «Водоканал» г. Череповец. Материалы шестой конференции, посвященной Международному дню воды и Дню работников ЖКХ. Вологда, 2015. С.13-23.

16. Макарова Н. Конкина Л. и др. «Практика применения дезинфицирующих средств на основе полигексаметилен-гидрохлорида и порошкообразных угольных сорбентов на водоочистной станции МУП «Водоканал» г. Череповца». Ж. «Вода Magazin», 2014, №12, с. 42-48.

# **BİNALARIN TERMOAKTİV AKKUMULYASIYA İNŞAAT İQLİM SİSTEMLƏRİNDƏ YERALTI SULARIN İSTİFADƏSİ**

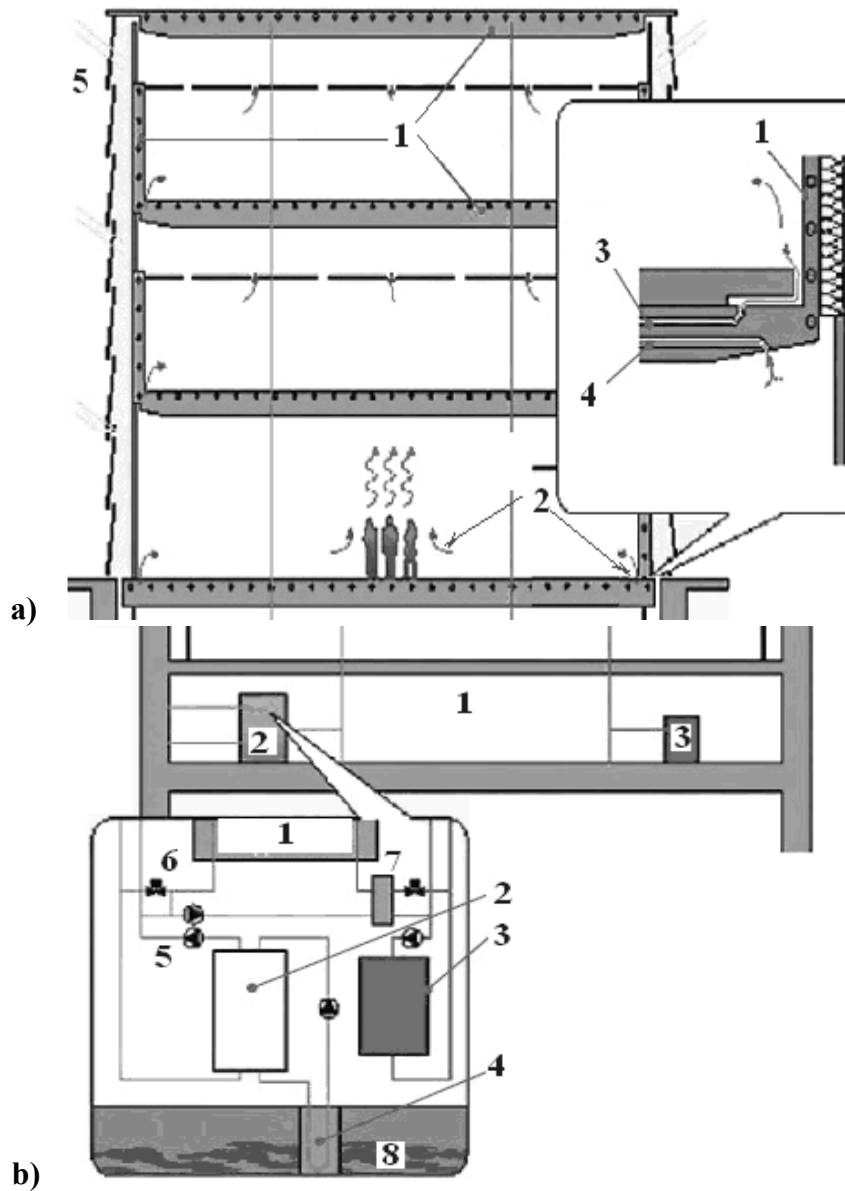
**Əkbərova S.M.**

*Azərbaycan Memarlıq və İnşaat Universiteti, Bakı şəhəri, sqiom@yahoo.com*

Müasir dövrdə insanların həyat səviyyəsinin getdikcə yüksəlməsi, bütün növ sahələrdə – sənaye, məişət, nəqliyyat və s. enerji istifadəçilərinin sayının kəskin artması, ənənəvi enerji ehtiyatları və təbii resursların tədricən azalması, “istixana effekti” və s. bu kimi səbəblər alternativ enerji mənbələrindən istifadə imkanlarını öyrənərək daha da genişləndirmək zərurətini gündəmə gətirir. Bərpa olunan enerji növlərindən istifadə ekoloji cəhətdən daha səmərəli olduğundan onların mənbələrinin araşdırılması, istifadəsi yolları, təbiətə təsirləri hazırkı dövrdə olduqca aktuldir. Hal-hazırda bütün ölkələrdə əsas enerji istehlakçıları binalar, sənaye müəssisələri və nəqliyyat vasitələridir. Əgər Avropada istehlak olunan enerjinin 40% -indən çoxu binalarda istifadə olunursa Azərbaycanda vəziyyət bir qədər fərqlidir və ölkənin enerji balansının 50% -dən çoxu binaların enerji tələbatına sərf olunur. Bu gün Azərbaycan öz resursları hesabına daxili enerji tələbatını tamamilə ödəyir. Lakin ilkin enerji mənbələrindən və çevrilmiş enerji növlərindən istifadənin effektivliyi son dərəcə aşağıdır. Bu nöqtəyə nəzərdən binaların soyudulması/isidilməsi üçün yeraltı suların istifadəsi şərtlərinin və səmərəliliyinin öyrənilməsi aktual məsələlərdən biridir. Məqalə binaların konstruksiyalarında yerləşən termoaktiv akkumulyasiya iqlim inşaat sistemlərinin işində yeraltı suların istifadəsi imkanlarının qiymətləndirilməsinə həsr olunub.

Tədqiqat işinin aparılması üçün Ekologiya və Təbii Sərvətlər Nazirliyinin materiallarından istifadə olunmuşdur. Hesablamalar riyazi statistika metodlarına əsasən aparılmışdır. Tədqiqatlar müxtəlif təyinatlı binaların iqlim inşaat mühəndis sistemlərində aparılmış və analiz edilmişdir.

Müasir binalarda müxtəlif növ daxili zərərli ayrılmalara miqdarı çox olduğu üçün ənənəvi iqlim sistemləri yüksək enerji və kapital xərcləri ilə xarakterizə olunur, bu sistemlərin avadanlıqları, hava kanalları üçün böyük sahələr, konstruksiyalarda iri ölçülü texniki dəliklər tələb olunur, bundan da əlavə bu sistemlərin işi zamanı səs, vibrasiya problemləri ortaya çıxır və eyni zamanda bunların istismar xərcləri yüksəkdir. Son illər ənənəvi iqlim sistemlərinə alternativ yeni yanaşmalardan biri də binaların konstruksiyalarında yerləşən termoaktiv akkumulyasiya iqlim inşaat sistemlərinin tətbiqidir. Son vaxtlar müşahidə olunan global istiləşmə səbəbindən iqlim sistemlərinə tələbatın ilbəl 5% artası proqnozu irəli sürülür. Havanın soyudulması prosesinin aparılması üçün istifadə olunan soyuqluq mənbələri soyuqluğun istehsalına görə təbii və süni soyuqluq mənbələri, buxarlandırma ilə soyutma, kombinə edilmiş soyutma sistemlərinə bölünür. Bütün növ iqlim mühəndis inşaat sistemlərində təbii soyuqluq mənbəyi kimi yeraltı sular istifadə oluna bilər (şəkil 1). Təqdim olunan məqalədə binalarda tələb olunan normativ daxili mikroiklimi təmin etmək üçün termoaktiv mühəndis inşaat sistemlərinin işində yeraltı suların istifadəsi imkanları və şərtləri araşdırılıb. Otaqlarda insanlara və texnoloji proseslərin aparılması üçün tələb olunan optimal temperatur rejimini təmin edən sistemlərdən biri olan termoaktiv soyutma/isitmə sistemləri [1] özünü inşaat sektorunda təsdiqləyib və binanın enerji səmərəliliyinin göstəricisi olan həyat siklinin üstün enerji parametrləri ilə xarakterizə olunur.

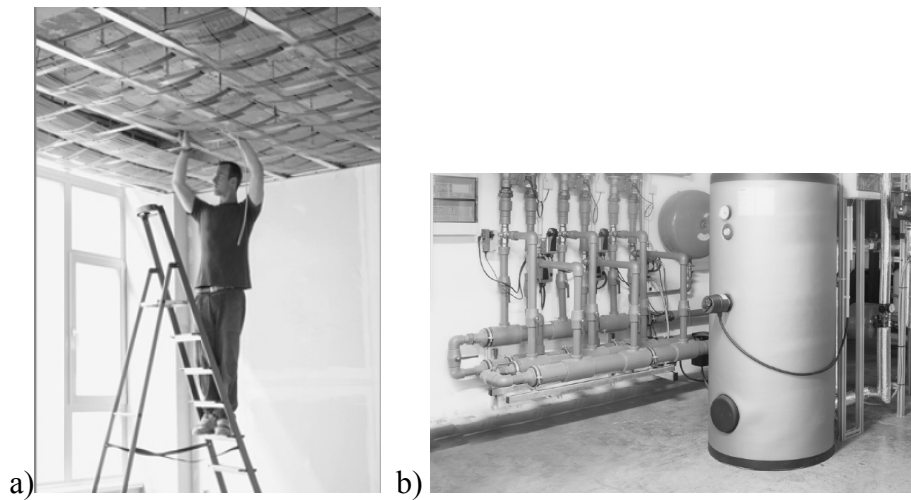


Şəkil 1. Kunsthaus Bregenz- İncəsənət Evi, Bregenz şəhəri, Avstriya, (1997-ci il, memar Peter Zumthor). İstilik və soyutma üçün termoaktiv divar sistemləri və beton plitələr ilə iqlim sistemi:

- a- kondensionerləşdirilən mərtəbələr: 1-termoaktiv panellər, 2-laminar hava axınları, 3- vurulan hava, 4-xaric olunan hava, 5- günəşdən passiv müdafiə qurğuları
- b- alt texniki mərtəbə: 1- bina, 2- çən-akkumulyator soyuq su üçün, 3- qaz su qızdırıcısı, 4- istilik mübadiləedicisi, 5- su nasosu, 6- tənzimləyici qapaq, 7- lövhəli istilik mübadiləedicisi, 8- yeraltı sular

Şəkil 1-də yeraltı sularla qidalanan termoaktiv akkumulyasiya sistemi ilə binanın kəsiyi göstərilib. Aşağı temperaturlu yeraltı sular (8) lövhəli istilik mübadiləediciyə (2) verilərək sistemdə dövr edən suyu soyudur. Termoaktiv sistemin əsas elementi olan kapillyar matlarla axan soyuqluq daşıyıcısı daxili mikroiqlim göstəricilərini təmin edir. Termoaktiv akkumulyasiya mühəndis inşaat sistemlərdə istifadə olunan kapillyar matlar biotexnologiyalar vasitəsilə istehsal olunur və texniki göstəriciləri aşağıdakılardır: boruların, fitinqlərin materialı –polipropilendir, kapillyarların daxili diametri  $\approx 4,5$  mm, kollektorun diametri 20 mm, kapillyarlarda suyun axın rejimi- laminar, matların ölçüləri- uzunluğu  $500 \div 8000$  mm, eni  $217 \div 523$  mm-dir və əyilg olduğu üçün quraşdırılması asan və rahatdır.

Matların tavanda (şəkil 2) yerləşdirmə şərtləri: malalanaraq  $\leq 10$  mm dərinlikdə, polad kasetlər vasitəsilə, qipsokarton bloklarda, beton tavanların daxilində və ya açıq yerləşdirilə bilər.



Şəkil 2. Termoaktiv panellərin istifadəsi: a- tavan konstruksiyasında, b- istilik qovşağı

Termoaktiv sistemlərin hidravlik edarəetmə qorşağı ibarətdir [2]:

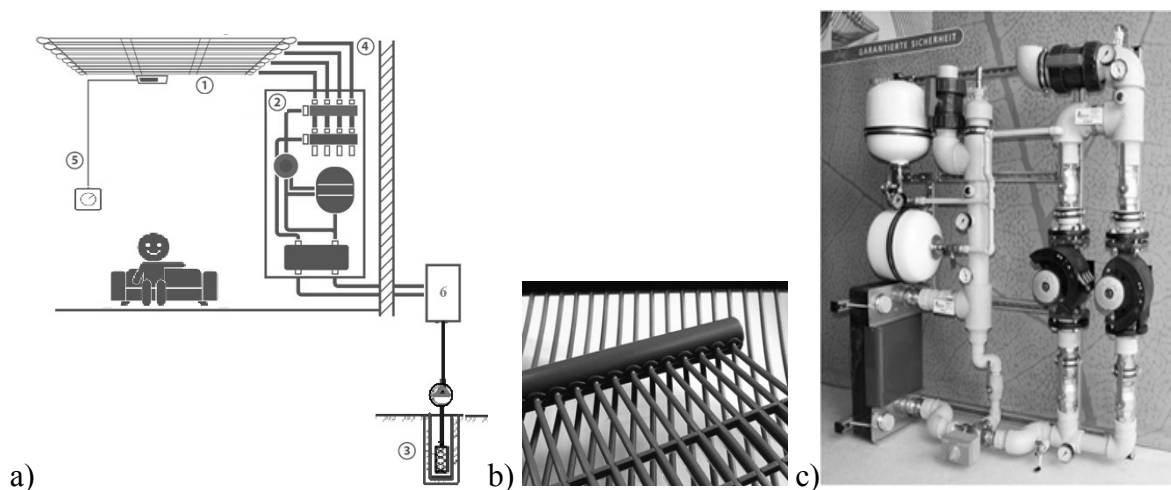
- 2 konturlu istilik mübadiləedici, xarici konturda suyun ( və ya antifrizin) temperaturu  $7 \div 12^{\circ}\text{C}$ , daxili konturda isə suyun temperaturu  $16 \div 18^{\circ}\text{C}$ ;
- tezliyi tənzimlənən su nasosu;
- bağlayıcı-tənzimləyici armatur;
- paylayıcı kollektor.

Termoaktiv sistemlər əsasən çoxmərtəbəli binalarda istifadə olunur. Otaqlarda asma tavan olduqda səs ilə mübarizə üçün əlavə konstruktiv həllərə ehtiyac qalmır. Bu sistemlərin tətbiqi üçün binaların konstruksiyalarına qoyulan əsas tələblər ondan ibarətdir ki xarici divarların günəşdən mühafizə qurğuları və istilik izolyasiyası mükəmməl olmalıdır və

xaricdən daxil olan istilik miqdarı  $\leq 1 \frac{Vt}{m^2 \cdot ^{\circ}\text{C}}$  olmalıdır.

Termoaktiv iqlim sistemlərində soyuqluq daşıyıcısı müəyyən temperaturlu sudur [3]. Otaqlara vurulan havanın emalı üçün istifadə olunan yeraltı sular müvafiq normalara uyğun olaraq təmizləyici qurğularda asılı hissəciklərdən təmizlənməlidir. Suyun tələb olunan temperaturunu lövhəli istilik mübadiləediciyə alırlar (şəkil 3). Bu məqsədlər üçün yeraltı sular istifadə oluna bilər: qunt, artesian və s. Yeraltı suların temperaturu kifayət qədər aşağı və sabit ( $4-10^{\circ}\text{C}$ ) qaldığı üçün onlar etibarlı soyuqluq mənbəyidir. Məsələn, yeraltı su quyuların məhsuldarlığı  $1 \div 3 \text{ m}^3/\text{st}$  arası olur. Yeraltı suların temperaturu onların hansı dərinlikdə yerləşməsindən asılıdır. Əgər yeraltı sular bir neçə metr dərinlikdə yerləşirsə, onda onlar (daimi donuşluq rayonları müstəsna olmaqla) heç vaxt donmur, yayda isə qızdırır. Yeraltı suların keyfiyyəti müxtəlifdir. Əksərən bu sular şirin, yumşaq, səhralarda isə çox duzlu olur. Cod qunt sularına da rast gəlinir. Hazırda Azərbaycan Respublikasında yeraltı suların istismar ehtiyatlarının 30-40% -i istifadə olunur ki, onun da 15-17% -i məişət və içmək, 83-85% -i isə suvarma və texniki məqsədlər üçün istifadə olunur. Azərbaycanda istifadəyə yararlı yeraltı sularının illik istismar ehtiyatları  $\approx 9$  mlrd  $\text{m}^3/\text{il}$  təşkil edir. Yeraltı suların əsas ehtiyatları Samur-Dəvəçi, Şəki-Zaqatala, Gəncə-Qazax, Mil-Qarabağ, Cəbrayıl, Naxçıvan dağətəyi düzənliklərində toplanıb. Bu ehtiyatların 60 %-ə yaxını Samur-Dəvəçi, Şəki-Zaqatala və Gəncə-Qazax dağətəyi düzənliklərinin ərazisində yerləşir. Böyük və Kiçik Qafqazın, Talışın dağlıq hissələrində yüksək keyfiyyətli yeraltı sular əsasən tektonik çatlarla əlaqəli

olaraq bulaqlar şəklində təzahür edir. Yamaqların ətkələrində, dərələrdə rast gəlinən bulaqların sərfi adətən 5-10 litr/saniyə arasında dəyişir. Dağ çaylarının yataqlı suxurlarında gündəlik sərfi 40-60 min m<sup>3</sup> olan yeraltı sular da geniş yayılmışdır. [4].



Şəkil 3. Termoaktiv sistemi: a- prinsipial sxemi, b- polipropilen borucuqlu kapillyar matlar, c- hidravlik edarəetmə qorşağı;  
1- kapillyar matlar, 2- hidravlik edarəetmə qorşağı, 3- qrunut suları quyusu, 4- verici polipropilen borular, 5- termostat, 6- lövhəli istilik mübadiləedici

TAS –nin texniki üstünlükləri və optimal istifadə şərtləri onların istifadə sahələrini təyin edir (cədvəl 1). TAS-r adətən muzeylərdə, bərpa olunan köhnə və yeni tikilən binalarda tətbiq olunur, mebellərin, avadanlıqların yerləşdirilməsində məhdudiyyət yoxdur, memarlıq həlləri sərbəstdir.

Cədvəl 1. TAS –nin texniki üstünlükləri və optimal istifadə şərtləri

Nö	Sistemin növü	Optimal istifadə şərtləri	İstifadə nümunələri
1	TAS	Mebel və divar yanı avadanlıqların çox olduğu otaqlar	Yataq otaqları, ofis otaqları, auditoriyalar, dəhliz, xollar, istirahət otaqları
2		ənənəvi iqlim sistemini layihələndirmək üçün lazımı qədər boş sahə olmadıqda	Sanitar qovşaqları, hovuzlar, qarajlar, emalatxanalar, ventilyasiya kame-raları
3		Yüksək nəmliyə malik döşəmələr olan otaqlarda, buxarlanmaya xərclənən enerji sərfi çox olduğu üçün	Hamamlar, vanna otaqları, hovuzlar, camaşirxanalar, nasosxanalar
4	TAS + döşəmə panelləri	Ayrıca başqa növ sistemin soyuqluq gücü çatmayanda	Bütün növ otaqlar
5		Pəncərələrdən böyük miqdarda daxil olan istiliyi kompensasiya etmək üçün	Döşəmə panellərinə əlavə kimi

6	Soyuq dövrə: TAS+ radiatorlar	Qısa müddət ərzində komfort temperatur şəraitinə nail olmaq üçün radiatorlardan istifadə olunur və xarici havanın temperaturu daxili havanın hesabi temperaturdan aşağı olduqda	Yüksək komfortlu otaqlarda, mehmanxanalarda, elit ofislərdə
7	TAS + isti döşəmə+ radiatorlar	Yüksək komfortlu temperatur rejimi tələb olunan və eyni zamanda istilik itkilərinin miqdarı çox olan otaqlarda	Köhnə binaların rekonstruksiyası aparıldıqda

Suyun keyfiyyət göstəriciləri onun orqanoleptik, kimyəvi və biobakterioloji xassələri ilə xarakterizə edilir: asılı maddələrin miqdarı  $\leq 2,0$  mq/l, mineral duzların miqdarı  $\geq 1$  q/l, pH>7, codluğu  $\leq 7$  mq·ekv/l, dəmirin miqdarı  $\leq 0,3$  mq/l, xloridlər  $\leq 350$  mq/l, sulfatlar  $\leq 500$  mq/l,  $1 \text{ sm}^3$  –da bakteriyaların sayı <100 olmalıdır [5,6]. Yeraltı sular – sukeçirməyən laylar arasında süxurlarda toplanan, təzyiqli, 30÷120 m qədər dərinlikdə yerləşən sulardır. Yeraltı sular dünyanın ən böyük şirin su mənbələridir və hazırda istifadə edilən su ehtiyatlarının 90%-dən çoxunu təşkil edir. Yeraltı suların kimyəvi tərkibi əmələgəlmə şəraitindən asılı olaraq kalsium-hidrokarbonatlı şirin sulardan natrium-xlor tipli şor sulara qədər dəyişə bilər [7].

Yeraltı suların binaların mühəndis inşaat sistemləri üçün çoxpilləli istifadəsi mərhələləri:

- yeraltı su quyusundan gələn suyun ilkin emalı;
- təmizlənmiş suyun iqlim qurğularının ehtiyacları üçün istifadəsi: termoaktiv akkumulyasiya iqlim mühəndis inşaat sistemlərində soyuq suyun tələb olunan temperaturunun alınması üçün; mərkəzi kondisionerin nəmləndirici kamerasında, soyuqluq maşını olan çillərin soyudulması üçün;
- ikinci pillə sətəmləyici qurğularda suyun təmizlənməsi və təsərrüfat ehtiyacları üçün istifadəsi.

Yeraltı sular bir çox sənaye müəssisələrin texnoloji prosesləri ilə yanaşı binaların ehtiyacları üçün də geniş istifadə olunur. Yeraltı suların istifadəsilə binaların iqlim sistemlərini layihələndirdikdə seçilən variantın texniki- iqtisadi səmərəliliyini əsaslandırmaq mütləqdir. Bunun üçün ilk növbədə sistemin hesabı aparılmalı, lazımi avadanlıqlar seçilməli, smeta xərcləri tərtib edilməli və çatışmayan tərəfləri nəzərə alınmalıdır: quyuların yüksək maya dəyəri; codluq duzlarından və dəmirdən təmizlənmə zərurəti; quyuların istismar xidmətlərinin xərclərinin yüksək olması. Buna baxmayaraq, tədqiqatlar göstərir ki, bu texnologiyanın tətbiqi binaların enerji effektivli olmasına zəmin yaradır, inşaat xərclərini 15-20%, istismar xərclərini isə 50%-60% aşağı salır və ünvanlı mühəndislik konsepsiyasını, sərbəst layihələndirmə prinsipini təmin edir.

### Ədəbiyyat siyahısı

1. ISO 11855–4. Building environment design. Design, dimensioning, installation and control of embedded radiant heating and cooling systems. Part 4: Dimensioning and calculation of the dynamic heating and cooling capacity of Thermo Active Building Systems (TABS).

2. ISO 11855–2. Building environment design. Design, dimensioning, installation and control of embedded radiant heating and cooling systems. Part 2: Determination of the design heating and cooling capacity.

3. Olesen B.W. Теплоаккумуляционные системы отопления и охлаждения помещений офисных зданий // АВОК.– 2012.– № 2.

4. <http://modern.az/articles/17118/1/#gsc.tab>

5. Kəngərli A.C. Yaşayış məntəqələri və binaların mühəndis sistemləri. Bakı, "Təhsil" NPM, 2012, 192 səh.

6. <http://eco.gov.az/az/150-yeralti-sular>

7. <http://azersu.az/8-Su+Ehtiyatlari>

## **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПОДЗЕМНЫХ ВОД ДЛЯ ТЕРМОРЕАКТИВНЫХ АККУМУЛЯЦИОННЫХ СТРОИТЕЛЬНО- КЛИМАТИЧЕСКИХ СИСТЕМ ЗДАНИЙ**

**Акперова С.М.**

*Азербайджанский Архитектурно-Строительный Университет, Баку,  
sqiom@yahoo.com*

### **РЕЗЮМЕ**

В статье описаны термоактивные строительные системы общественных зданий. Дана оценка эффективности работы климатических инженерных систем зданий с использованием подземных вод для обеспечения нормативных параметров внутреннего микроклимата. Это передовая технология не приводит к загрязнению окружающей среды т.к. термически активные системы являются экологически чистыми и энергосберегающими. Дан анализ функционирования термоактивных строительных систем зданий с возможностью использования местных подземных вод и представлен пример применения. Эффективность технологии – уменьшение стоимости строительства на 15-20%, снижение эксплуатационных затрат на 50%-60%. Другими элементами технологии является обеспечение принципа свободной планировки и концепции адресной инженерии.

## **THE USE OF UNDERGROUND WATER FOR THERMOACTIVE CONSTRUCTION SYSTEMS OF BUILDINGS**

**Akbarova S.M.**

*Azerbaijan University of Architecture and Construction, Baku,  
sqiom@yahoo.com*

### **SUMMARY**

The article describes thermo active building systems (TABS). There is the assessment of the efficiency of the using of underground water for climate engineering systems in buildings for providing their microclimate conditions. It is the cutting edge technology that does not lead to environmental pollution. The thermally active cooling and heating systems, panel heating and cooling systems are the environmentally friendly and energy-saving technology. Analysis of operation of Thermo Active Building Systems of buildings in terms of both scientific and practical use of local underground water is very important and can be used in different type buildings to their assignment. Application examples are presented.



# **XX ƏSRİN 20-30-CU İLLƏRİNDƏ AZƏRBAYCANDA SU TƏSƏRRÜFATININ TƏŞKİLİ MƏSƏLƏLƏRİNİN RETROSPEKTİV PRİZMADAN DƏYƏRLƏNDİRİLMƏSİ**

**Səməndərov S.S.**

*Azərbaycan Milli Elmlər Akademiyası İqtisadiyyat İnstitutu, Bakı şəhəri,  
Seyfeddinsamandarov@mail.ru*

Su təsərrüfatının təşkili və idarə edilməsi cəmiyyətin mövcud olması və inkişafı üçün strateji əhəmiyyət kəsb edir və bu səbəbdən də 20-ci illərin əvvəllərindən başlayaraq respublikada sovet rejiminin diqqət yetirdiyi məsələlər içərisində su təsərrüfatı məsələləri xüsusi yer tuturdu. Məqalədə 20-30-cu illərdə Azərbaycanda su təsərrüfatının təşkilində institusional dəyişikliklər, problemlə bağlı həmin dövrdə səslənən fikirlər və həyata keçirilən tədbirlərin əsas istiqamətləri araşdırılır.

## **1. 20-30-cu illərdə Azərbaycanda su təsərrüfatının təşkilində institusional dəyişikliklər.**

Su həyatdır, ifadəsi leksikona təsadüfi daxil olmamışdır. Hələ qədim dövrlərdən başlayaraq planetdə sivilizasiya ocaqlarının təşəkkülü, yaşayış yerlərinin salınması bilavasitə su probleminin həlli ilə bağlıdır. İnsan həyatının davamı üçün vacib komponentlərdən biri su, təyinatı etibarlı ilə gündəlik həyatda, məişət və təsərrüfat məqsədləri üçün istifadə edilir. Göründüyü kimi, su təsərrüfatının təşkili və idarə edilməsi cəmiyyətin mövcud olması və inkişafı üçün strateji əhəmiyyət kəsb edir. Məhz bu baxımdan Azərbaycanda sovetləşmənin ilk günlərindən su təsərrüfatının təşkilinin institusional məsələləri gündəmə gətirildi. Bu xüsusda qeyd etmək yerinə düşərdi ki, Azərbaycanda meliorasiya və su təsərrüfatına rəhbərlik məqsədi ilə 1920-ci ildə Azərbaycan SSR Xalq Torpaq Komissarlığı nəzdində su şöbəsi yaradıldı, daha sonra 1921-ci ildə şöbə su təsərrüfatı şöbəsi adlandırıldı.

Növbəti institusional dəyişikliklər 1925-ci ildə edildi və Azərbaycan SSR Ali İqtisadi Şurası nəzdində Azərbaycan Su Təsərrüfatı idarəsi (Azvodxoz) yaradıldı. Respublikada su təminatı ilə bağlı problemlərin həlli təşkilatı məsələləri 30-cu illərin ikinci yarısında yenidən gündəmə gətirdi və Azərbaycan SSR XKS-nin qərarı ilə 1936-cı ildə fevralın 1-dən Azərbaycan SSR Torpaq Komissarlığı yanında Azərbaycan Su Təsərrüfatı idarəsi fəaliyyət göstərməyə başladı. Su təsərrüfatı ilə bağlı cari və perspektiv məsələlərin həlli ilə məşğul olan və 1936-cı ilə qədər müstəqil fəaliyyət göstərən bir çox idarələr Azərbaycan Su Təsərrüfatı İdarəsinin İxtiyarına verilir. Bunlar aşağıdakılar idi: Mexaniki suvarma idarəsi, Azərsu İnşaat, İstismar və xırda inşaat idarəsi, Azərbaycan Su Təsərrüfatı Kəşfiyyat Layihə İdarəsi, Bəndləşdirmə İdarəsi. Yeni yaradılmış Azərbaycan Su Təsərrüfatı İdarəsinin rəis müavini Rza Axundov təsdiq olundu [1, №61, 1936].

## **2. Su təsərrüfatının təşkili məsələləri ilə bağlı səslənən fikirlər**

Araşdırılan dövr ərzində respublikada nəşr edilən dövrü və elmi nəşr orqanlarında su təsərrüfatının təşkili ilə bağlı müxtəlif məqalələr dərc olunmuşdur. Bu xüsusda öncə diqqəti Muxtar Hacıyevin məqaləsinə diqqət yetirilməsi yerinə düşərdi. Qeyd etmək lazımdır ki, Muxtar Hacıyev 20-ci illərin əvvəllərində Azərbaycan SSR Xalq Torpaq Komissarının müavini olmuşdur. 1922-ci ilin sonlarında və 1923-cü ilin birinci yarısında Respublikada torpaq qanunvericiliyinə dair bir sıra tədbirlər həyata keçirildi. Torpaq məhkəmələri haqqında Əsasnamə, Azərbaycan SSR-in Torpaq Məcəllələri hazırlanıb təsdiq edildi. Ali Torpaq Məhkəməsinin sədri Muxtar Hacıyev yer quruluşu, torpaq mübahisələri məsələləri ilə şəxsən məşğul olurdu. Muxtar Hacıyev Azərbaycan SSR Xalq Torpaq Komissarlığının kollegiya üzvü, 1924-cü ildən Azərbaycan Dövlət Kənd-Təsərrüfatı Anbarı İdarə Heyətinin sədri vəzifəsini də daşıyırdı [2, 40 s].

Muxtar Hacıyev “Su yoxluğu” məqaləsində 20-ci illərin əvvəllərində yazırdı ki, kənd-təsərrüfatında böyük bir boşluq var, bu da su yoxluğudur. Məmləkətimizdə böyük nəhlər mövcuddur. Nəhlərin suyundan geniş dairədə istifadə etmək olar, ancaq bir o qədər xərc qoymaq lazımdır ki, sonrakı illərdə qat-qat əvəzi alına bilsin, əgər qəzaların abadan və parlaq olmasını istəyiriksə, onlara bol-bol su verməliyik [2, s.33].

Daha sonra diqqəti 1928-ci ildə yanvarın 4-də «Бакинский рабочий» qəzetində “Su təsərrüfatı” başlığı ilə dərc edilən məqalə cəlb edir. Məqalədə xüsusi olaraq qeyd olunurdu ki, su təsərrüfatı ilə bağlı məsələlərin həlli, yeni kanalların tikintisi, suvarılma və su bölgüsünün təşkili məsələlərinin həlli bizim kəndimiz üçün həyati məsələlərdir. Bizim tənzimləyici idarəetmə orqanlarımız, xüsusi ilə də yoxlama və nəzarətedici orqanlarımız su təsərrüfatına kifayət qədər diqqət yetirməmişlər. Bunun nəticəsində də bizim su təsərrüfatında xeyli çatışmazlıqlar mövcuddur. Hərdən yeni kanalların plansız olaraq tikintisi barədə məlumatlar yayılır. Bu günə kimi bu kanalların tikilməsinin səmərəliliyi və rentabelliyi barədə məlumatlar yoxdur. Yeni kanalların tikintisinin təsərrüfatsızlıq şəraitində məqsədəuyğun olması fikri şübhə doğurur. Bundan əlavə su təsərrüfatı sistemi, onun təşkilatı strukturu hissiyatsızlığa kimi mərkəzləşdirilmişdir. Yerli su təsərrüfatı orqanları bilmirlər ki, Azərsu təsərrüfatı nə edir, eyni zamanda Azərsu təsərrüfatı yerli su təsərrüfatlarının işlərindən bixəbərdir. Lakin su təsərrüfatının idarə olunması işi yenidən nəzərdən keçirilərək elə qurulmalıdır ki, burada yeni kanalların tikintisi ilə məşğul olan təşkilatların plan əsasları üzərində fəaliyyətləri müstəqil fəaliyyət göstərmələri ilə uzlaşdırılmalıdır. İlk təsərrüfat planının 200.000 manat civarında olan təsərrüfat planlarının məqsədəuyğunluğuna inanmaq olmaz və bu cür planlaşdırma sonradan xərclərin on milyon manatlarla ölçüləcəyinə aparıb çıxarır. Belə planlaşdırma müasir dil ilə desək cinayətkar fantaziyaçılığından başqa bir şey deyil, planlaşdırmanı aparan şəxsi niyyətlərindən asılı olmayaraq belə yanaşma sovet respublikalarının cinayət kodekslərində öz əksini tapmışdır. Təəssüf ki, belə təsərrüfatçılıq faktları bizim su təsərrüfatında da var. Bütün bunlar bizi Azərbaycan və Zaqafqaziyanın rəhbər orqanları qarşısında məsələ qaldırmağımıza məcbur edir. Yeni kanalların tikintisinin texniki və iqtisadi göstəricilərinin yüksək dəqiqliklə həyata keçirilməsi tələb olunur [3, №3, 1928].

Qeyd etmək lazımdır ki, yuxarıda göstərilən məqalə dövrü mətbuatda təsadüfi dərc olunmamışdı və daha sonra respublikada su təsərrüfatı işinin təşkili ilə bağlı məhkəmə prosesləri barədə məlumatlar analitik dəyərləndirmələri əvəz etdi.

Respublikada dərc edilən dövrü mətbuat materiallarında Azərsu trestinin bir sıra əməkdaşlarının mühakimə olunması prosesi geniş işıqlandırılmışdır.

Təsərrüfat işlərinin təşkilində səhlənkar və israfçılığa yol verdikləri üçün Azərsu trestinin rəisi Seyid Bəylinin (*inqilaba qədər o, Türksütəndə pambıq təmizləmə zavodunda yük daşıyan, sonra kontor işçisi, inqilabdan sonra partiyadan məsul vəzifələrə, Azərkəndban-kının sədri, sonra Azərkənd anbarının idarə heyətinin üzvlüyünə, nəhayət Azərsu təsərrüfatının sədri vəzifələrinə təyin olunmuşdur*), F.Kondratyevin (*Azərsutəsərrüfatında 1922-ci ildən idarə rəisinin müavini vəzifəsində çalışmışdır*), V.Pankeviçin (*yol mühəndisi texniki, 1920-ci ildən Gürcüstanda meliorasiya işlərində çalışmışdır. Gənc yol mühəndisi*) Q.Soldatovun (*Qara-Sağqalada yerinə yetirilən tikinti işlərinin rəisi olmuşdur,* ) mühəndis aqranom N.Koryakovun (*Timiryazev Kənd-Təsərrüfatı Akademiyasının məzunu*) V. Şeqolovun (*dağamədən işləri üzrə mühəndis, Zaqafqaziya su işləri üzrə mühəndis işləmiş. Naxçıvan dairəsi üzrə su təsərrüfatı işlərinin rəisi olmuşdur*), Y.Furmanın (*Azərsutəsərrüfatında mühasib işləmişdir*) məhkəmə prosesləri geniş işıqlandırılmışdır [3, , №16, 1929].

1929-cu ildə fevralın 1-də 7 saatlıq məsləhətləşmələrdən sonra Məhkəmə Azərbaycan su təsərrüfatının rəisi Seyid-Bəyliyə ona tapşırılan işə səhlənkar yanaşmaqla, suvarılma obyektlərinin təsadüfi seçilməsi ilə, tikinti işlərinin yerinə yetirilməsində təsərrüfatsızlığa yol verməsi ilə ittiham olunurdu. Azərsu idarəsinin rəis müavini Kondratyev Gavur arx, Qara Saqqal və Böyük Düzdə tikinti işlərindəki təsərrüfatsızlığa yol verdiyinə görə günah-

landırılırdı. Həmçinin mühəndlər Soldatov və Koryako, mühasib Furmanın yol verdiyi səhvlərə görə iri həcməldə vəsaitləri xərcledikləri üçün ittiham olunurdular.

Seyid Bəyli və Kondratyev 2 il, mühəndis Soldatov il yarım, Koryako 1 il, mühasib Y.Furman 2 il həbs cəzasına məhkum olundular. [3, №27, 1929].

Daha sonra su təsərrüfatının təşkili məsələsi ilə bağlı 1936-cı ildə mayın 30-da “Kommunist” qəzetində mühəndis Rzayevin “Sumqayıt problemi” məqaləsi dərc olundu. Məqalədə maraqlı fikirlər səslənirdi. Burada yazılırdı ki, Bakı şəhəri və onun sənaye rayonlarının artması, əməkçi əhalinin təzə süd məhsulu, meyvə və tərəvəzlə təminatı, Bakıya yaxın bir neçə yerdə Abşerondakı quyulardan ucuz və qüvvətli suvarma mənbələrini tapmaq vəzifəsini 1933-cü ildə Bakı Şurası qarşısında məqsəd kimi müəyyən etmişdir. Məqalədə qeyd olunurdu ki, Bakı rayonlarında yay mövsümündə suvarılmadan heç nə yetişmir. Şollar suyunun bu işlərə sərf edilməsi isə həm bahalı, həm də məqsəduyğun deyil. Kürdən Abşerona su gətirilə bilər, Bakının 110 km-də Pirsat çayı ətrafındakı ərazilərdə və Quba-Xaçmaz rayonunda təsərrüfatlar yaradıla bilər. Lənkərandan tərəvəz və süd məhsulları gətirmək olar, lakin bütün bunlar xeyli vəsait tələb edir. Məqalədə mühəndis Rzayev Sumqayıt çayının üzərində bənd tikilməsi ilə əlaqədar texniki iqtisadi göstəriciləri özündə əks etdirən və SSRİ Xalq Torpaq Komissarlığının Elmi-Texniki Şurasına təqdim edilən layihənin bu vəzifəyə xidmət etdiyini bildirirdi [1, №124, 1936].

Su təsərrüfatının istər məişət, istərsə də təsərrüfat məqsədləri üçün istifadə edilməsi məsələlərinə tədqiq edilən dövrdə xüsusi diqqət yetirilirdi. Həyata keçirilən tədbirləri mahiyyət və məzmununa görə aşağıdakı qruplara bölmək olar:

- Su təsərrüfatının təşkili və idarə edilməsi üçün institusional axtarışların aparılması və müvafiq tədbirlərin həyata keçirilməsi;

- Respublikada kənd təsərrüfatı məqsədləri üçün istifadə edilən əkinə yaralı torpaqların suvarılması üçün kanal və arxların, su bəndlərinin tikintisi;

- Böyüməkdə olan mövcud şəhərlərin, tikintisi planlaşdırılan şəhərlərin, yeni məskunlaşdırılmış aqrar məntəqələrin içməli su ilə təminatı məsələlərinin həlli.

Araşdırılan dövrdə idarəetmə məsələlərində iqtisadi mexanizmlərindən daha çox inzibati üsullardan istifadə olunması gerçəkliyi də xüsusi olaraq qeyd olunmalıdır.

#### **Ədəbiyyat siyahısı**

1. “Kommunist”, №61, №124, 1936
2. R.Qafarov, “Muxtar Hacıyev”, Bakı, “Azərənşr”, 1973, 40 s., s.33
3. «Бакинский рабочий», №3, 1928; №16, №27, 1929

#### **РЕТРОСПЕКТИВНАЯ ОЦЕНКА ЗАДАЧ ОРГАНИЗАЦИИ ВОДНОГО ХОЗЯЙСТВА В АЗЕРБАЙДЖАНЕ В 20-30 ГОДУ XX ВЕКА**

*НАНА Институт Экономики, г. Баку, Seyfeddinsamandarov@mail.ru*

#### **РЕЗЮМЕ**

Организация и управление водного сектора народного хозяйства имеет стратегическое значение для существования и развития общества, по этому с начала 20-х годов, советский режим в уделяло особое внимание к вопросам управления водными ресурсами республике. В статье исследуются институциональные изменения в организации управления водными ресурсами в Азербайджане, рассуждении вокруг проблем, методы и главные направления государственной политики при их решении в 20-30-ые годы XX столетия.

## **RETROSPECTIVE EVALUATION OF THE WATER MANAGEMENT IN AZERBAIJAN 20-30 YEAR OF XX CENTURY**

*ANAS Institute of Economy, Baku, Seyfeddinsamandarov@mail.ru*

### ***SUMMARY***

The organization and management of the national economy in the water sector is of strategic importance for the existence and development of society and for this reason on the beginning of the 20s, the Soviet regime has paid special attention to management water resources Republic. The article investigates the institutional changes in water resources management in Azerbaijan, discourse around issues, methods, and the main directions of state policy in solving them in the 20-30-ies of XX century.

# HİDROTEKNİKİ QURĞULARIN DƏRİN SALINAN ÇEVİK DAYAQLARININ YAN SƏTHLƏRİNDƏ YARANAN MÜQAVİMƏT QÜVVƏLƏRİNİ NƏZƏRƏ ALMAQLA TƏKLİF OLUNAN ÜSULLA BOYUNA-ENİNƏ ƏYİLMƏYƏ HESABLANMA METODİKASI

**Məmmədova V.V., Abdullayeva K.Q., Quliyeva T.Q.**

*Azərbaycan Memarlıq və İnşaat Universiteti, Bakı şəhəri*

Su təsərrüfatının müxtəlif sahələrində layihələndirilən çay və dəniz hidrotexniki qurğular təyinatına, təhlükəsizlik dərəcəsinə, istifadə xüsusiyyətlərinə görə təsnifatlaşdırılaraq dövlət və yerli əhəmiyyətli qurğulara bölünür.

Dövlət əhəmiyyətli qurğulara Xəzər dənizinin respublikamıza mənsub hissəsində yerləşən estakadalar, estakadayanı meydançalar, Dəniz Stasionar Platforması (DSP), limanlar, iri su anbarları, magistral kanallar, kollektorlar, yeraltı və yerüstü su ehtiyatlarından istifadə etmək, suyun zərərli təsirlərinin qarşısını alan, sahillərin mühafizəsi və s. qurğular aiddir.

Respublikamızda dənizin daha dərin akvatoriyalarında neft-qaz mədən hidrotexniki qurğuların tikintisinə diqqət xüsusi ilə artırılmışdır. Ona görə də açıq dənizdə dərin zonalarda stasionar platformaların tikintisi xeyli mürəkkəbləşmişdir. Dərin akvatoriyalarda dəniz stasionar platformaların istismar dövrü etibarlılığı və dayanıqlılığı, onların dayaq blokunun dənizin dibində yeraltı dərin salınan svay dayaqlarına bərkidilməsi ilə sıx surətdə bağlıdır.

Qruntun növündən asılı olaraq yan səthdə yaranan müqavimət qüvvəsi dayağın yeraltı hissəsində qeyri-xətti qanunla dəyişən və ya təxminən sabit qəbul oluna bilər. Baxılan məsələnin həllini sadələşdirmək üçün sürüşməyə qarşı müqavimət qeyri-xətti qanunla dəyişdikdə belə, kiçik xəta ilə inteqral-orta qiymətlə əvəz oluna bilər. Əgər yan səthdə yaranan hesabi müqaviməti dərinlik boyunca parametrik qeyri-xətti qanunla qəbul etsək:

$$f_{(h)} = f_h \left( \frac{x}{h} \right)^{\beta_0} \quad (1).$$

Bu halda yan müqavimətin orta inteqral qiyməti

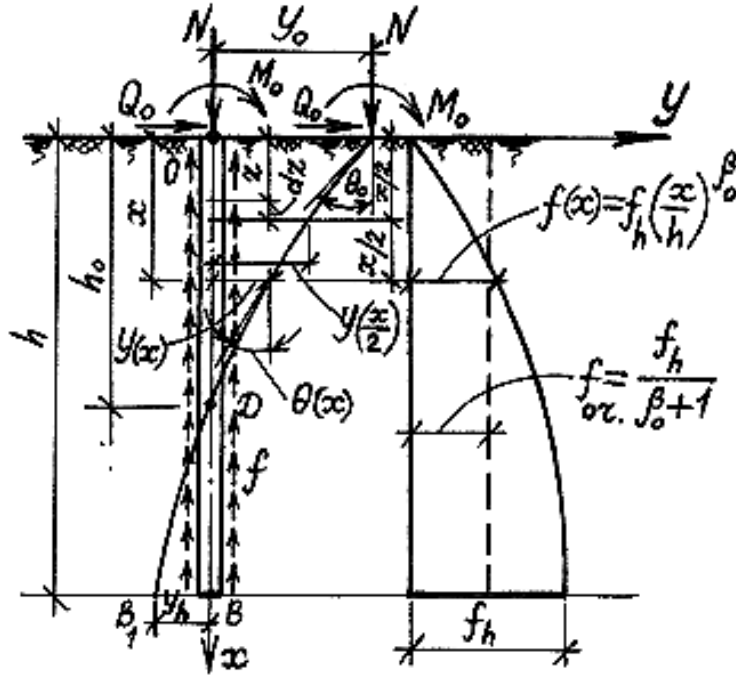
$$f_{or} = \frac{1}{h} \int_0^h f(x) dx = \frac{1}{h} \int_0^h f_h \left( \frac{x}{h} \right)^{\beta_0} dx = \frac{f_h}{\beta_0 + 1} \quad (2)$$

olar [1,2].

Yan müqavimətin orta qiymətini nəzərə almaqla hesablama sxemi şəkil 1-də verilmiş dayağın boyuna-eninə yüklərin birgə təsirinə hesablanma məsələsinə baxaq.

Baxılan kontakt məsələnin diferensial tənliyini çıxarmaq üçün bünövrə səviyyəsindən ixtiyari dərinlikdə dayağın en kəsiyində yaranan əyici moment və kəsici qüvvənin ifadəsini yazaq:

$$\left. \begin{aligned} M(x) &= M_0 + Q_0(x) + N[y_0 - y(x)] + M_{qr}(x) - M_f(x); \\ Q_0(x) &= Q_0 - NY'(x) + Q_{qr}(x) - Q_f(x). \end{aligned} \right\} \quad (3)$$



Şəkil 1. Boyuna - eninə əyilməyə işləyən dərin salınan çəvik dayaqların yan səthlərində yaranan müqavimət qüvvələrinin təsirini nəzərə almaqla hesablama sxemi.

Bu ifadələrdə  $M_{qr}(x)$ ;  $M_f(x)$  – uyğun olaraq qrunut mühitinin dayağın əyilməsinə qarşı reaktiv müqavimətindən və dayağın yan səthindəki şaquli hesabi müqavimətdən baxılan ixtiyari kəsikdə yaranan əyici momentlərdir;  $Q_{qr}(x)$ ;  $Q_f(x)$  – uyğun olaraq göstərilən təsirlərdən dayağın ixtiyari kəsiklərində yaranan kəsici qüvvələrdir.

Sürtünmə qüvvəsindən ixtiyari kəsikdə yaranan kəsici qüvvənin

$$Q_f(x) = N_f(x) \cdot Y'(x) = f_{or} Ux \cdot Y'(x) \quad (4)$$

olduğunu nəzərə alsaq və (3) ifadələrində sonuncusunu  $x$ -ə görə diferensiallasaq alarıq:

$$P(x) = \frac{dQ(x)}{dx} = -NY'(x) + q_{qr}(x) - f_{or}UY'(x) - f_{or}UY''(x), \quad (5)$$

burada,  $q_{qr}(x)$  – dayağın üfüqi yerdəyişməsinə qarşı qrunut mühitinin reaktiv müqavimətinin intensivliyidir.

Dayağın yeraltı hissəsində qrunutun sərtlilik əmsalının dərinlik boyunca xətti qanunla dəyişməsinə qəbul etsək, bu halda Fuss-Vinkler modelinə görə yazı bilərik:

$$q_{qr}(x) = -K(x) \cdot Y(x) = -\frac{K_h}{h} x Y(x), \quad (6)$$

(6) ifadəsini (5)-də nəzərə alsaq, baxılan kontakt məsələnin diferensial tənliyini aşağıdakı kimi verə bilərik:

$$Y^{IV}(x) = -a_0 x \cdot Y(x) - (v^2 + mx)Y''(x) - mY'(x), \quad (7)$$

burada

$$a_0 = \frac{K_h}{hEJ}, [m^{-5}]; \quad v^2 = \frac{N}{EJ}, [m^{-2}]; \quad m = \frac{f_{or}U}{EJ}, [m^{-3}];$$

(7) diferensial tənliyinə bünövrə səthi səviyyəsində dayağın başlanğıc kəsiyində ( $x=0$ ) aşağıdakı sərhəd şərtləri daxilində baxılır:

$$Y(0) = Y_0; \quad Y'(0) = \theta_0; \quad Y''(0) = \frac{M_0}{EJ} = \overline{M}_0; \quad Y'''(0) = \frac{Q_0}{EJ} - v^2\theta_0 = \overline{Q}_0 - v^2\theta_0 \quad (8)$$

(8) sərhəd şərtlərindən, (7) diferensial tənliyindən və yüksək tərtibdən törəmələrin  $x=0$  olduqda, qiymətlərini hesablamaq üçün aşağıdakı rekkurent asılılıqdan

$$Y^{(n+4)}(0) = -na_0 x \cdot Y^{(n+1)}(0) - (n+1)m Y^{(n+1)}(0) - v^2 Y^{(n+2)}(0), \quad (9)$$

istifadə etsək və məsələnin həllini sıralar üsulu ilə qursaq, son nəticədə alırıq:

$$Y(x) = Y_0 f_1(x) + \theta_0 f_2(x) + \frac{M_0}{EJ} f_3(x) + \frac{Q_0}{EJ} f_4(x), \quad (10)$$

burada  $Y_0, \theta_0, M_0, Q_0$  –başlanğıc parametrlər olub, uyğun olaraq  $x=0$  olduqda əyintini, dönmə bucağını, əyici momenti və kəsici qüvvəni ifadə edir.

$f_1(x), f_2(x), f_3(x)$  və  $f_4(x)$  – (7) diferensial tənliyinin bir – birindən xətti asılı olmayan xüsusi həlləri olub aşağıdakı kimi təyin olunur:

$$\left. \begin{aligned} f_1(x) &= 1 + \sum_{n=1}^{\infty} (-1)^n \frac{a_0 x^{5n}}{(5n)!} [1 \cdot 6 \cdot 11 \dots (5n-4)] + a_0 \sum_{n=1}^{\infty} (-1)^{n+1} \frac{v^{2n} x^{2n+5}}{(2n+5)!} + \\ &+ a_0 \sum_{n=1}^{\infty} (-1)^{n+1} \frac{x^{3n+5}}{(3n+5)!} t_{n,1} + a_0 m \sum_{n=1}^{\infty} (-1)^n \frac{v^{2n} x^{2n+8}}{(2n+8)!} (n+1)(n+5) + \\ &+ a_0^2 \sum_{n=1}^{\infty} (-1)^n \frac{v^{2n} x^{2n+10}}{(2n+10)!} (n+1)(n+6) + \dots; \\ f_2(x) &= x + \sum_{n=1}^{\infty} (-1)^n \frac{a_0 x^{5n+1}}{(5n+1)!} [2 \cdot 7 \cdot 12 \dots (5n-3)] + \sum_{n=1}^{\infty} (-1)^{n+1} \frac{v^{2n} x^{2n+1}}{(2n+1)!} + \\ &+ \sum_{n=1}^{\infty} (-1)^n \frac{x^{3n+1}}{(3n+1)!} t_{n,2} + a_0 \sum_{n=1}^{\infty} (-1)^n \frac{v^{2n} x^{2n+6}}{(2n+6)!} (n+1)(n+2) + \\ &+ a_0^2 \sum_{n=1}^{\infty} (-1)^n \frac{v^{2n} x^{2n+11}}{(2n+11)!} t_{n,3} + m \sum_{n=1}^{\infty} (-1)^{n+1} \frac{v^{2n} x^{2n+4}}{(2n+4)!} (n+1)^2 + \dots; \\ f_3(x) &= \frac{x^2}{2!} + \sum_{n=1}^{\infty} (-1)^n \frac{a_0 x^{5n+2}}{(5n+2)!} [3 \cdot 8 \cdot 13 \dots (5n-2)] + \sum_{n=1}^{\infty} (-1)^n \frac{v^{2n} x^{2n+2}}{(2n+2)!} + \\ &+ a_0 \sum_{n=1}^{\infty} (-1)^n \frac{m^n x^{3n+2}}{(3n+2)!} t_{n,4} + m \sum_{n=1}^{\infty} (-1)^{n+1} \frac{v^{2n} x^{2n+5}}{(2n+5)!} (n+1)(n+2) + \\ &+ a_0 \sum_{n=1}^{\infty} (-1)^n \frac{v^{2n} x^{2n+7}}{(2n+7)!} (n+1)(n+3) + a_0^2 \sum_{n=1}^{\infty} (-1)^n \frac{v^{2n} x^{2n+12}}{(2n+12)!} t_{n,5} + \dots; \\ f_4(x) &= \frac{x^3}{3!} + \sum_{n=1}^{\infty} (-1)^n \frac{a_0 x^{5n+3}}{(5n+3)!} [4 \cdot 9 \cdot 14 \dots (5n-1)] + \sum_{n=1}^{\infty} (-1)^n \frac{v^{2n} x^{2n+3}}{(2n+3)!} + \\ &+ \sum_{n=1}^{\infty} (-1)^n \frac{m^n x^{3n+3}}{(3n+3)!} t_{n,6} + m \sum_{n=1}^{\infty} (-1)^{n+1} \frac{v^{2n} x^{2n+6}}{(2n+6)!} (n+1)(n+3) + \\ &+ a_0 \sum_{n=1}^{\infty} (-1)^{n+1} \frac{v^{2n} x^{2n+8}}{(2n+8)!} (n+1)(n+4) + a_0^2 \sum_{n=1}^{\infty} (-1)^n \frac{v^{2n} x^{2n+13}}{(2n+13)!} t_{n,7} + \dots; \end{aligned} \right\} \quad (11)$$

(11) ifadələrində  $t_{n,1}=5, 40, 440, 6160, \dots$ ;  $t_{n,2}=1, 4, 28, 280, 3640, 58240, \dots$ ;  $t_{n,3}=68, 200, 460, 910, \dots$ ;  $t_{n,4}=2, 10, 80, 880, 1232, \dots$ ;  $t_{n,5}=104, 284, 620, \dots$ ;  $t_{n,6}=3, 18, 162, 1944, 29160, \dots$ ;  $t_{n,7}=146, 380, 800, \dots$   $f_j(x)$  ( $j=1, 2, 3, 4$ ) funksiyalarının ifadələrində birinci sıralar eninə əyilməni əks etdirir, ikinci sıralar ayrılıqda boyuna qüvvənin təsirini əks etdirir. Üçüncü

sıralar dayağın yan səthində yaranan sürtünmə qüvvəsinin təsirini əks etdirir. Qalan sıralar isə qarışıq təsirləri əks etdirir.

Göstərilən funksiyaların ifadələrində ayrılıqda boyuna sıxıcı qüvvənin təsirini nəzərə alan sıraları aşağıdakı kimi ifadə etmək olar:

$$\left. \begin{aligned} a_0 \sum_{n=1}^{\infty} (-1)^{n+1} \frac{\nu^{2n} x^{2n+5}}{(2n+5)!} &= \frac{a_0}{\nu^5} \left[ \nu x - \frac{(\nu x)^3}{3!} + \frac{(\nu x)^5}{5!} \sin \nu x \right]; \\ \sum_{n=1}^{\infty} (-1)^n \frac{\nu^{2n} x^{2n+1}}{(2n+1)!} &= \frac{1}{\nu} (\sin \nu x - \nu x); \\ \sum_{n=1}^{\infty} (-1)^n \frac{\nu^{2n} x^{2n+2}}{(2n+2)!} &= \frac{1}{\nu^2} \left[ 1 - \frac{\nu^2 x^2}{2!} - \cos \nu x \right]; \\ \sum_{n=1}^{\infty} (-1)^n \frac{\nu^{2n} x^{2n+3}}{(2n+3)!} &= \frac{1}{\nu^2} \left[ 1 - \frac{\nu^3 x^3}{3!} - \sin \nu x \right]. \end{aligned} \right\} \quad (12)$$

Əgər boyuna sıxıcı qüvvə və dayağın yan səthində yaranan sürtünmə müqavimət qüvvəsinin təsiri nəzərə alınmazsa ( $\nu^2 = 0$ ;  $m = 0$ ) bu halda  $f_j(x)$  funksiyaları (11) ifadələrindəki birinci sıralarla ifadə olunurlar. Bu isə öz növbəsində çevik dayağın eninə əyilmə məsələsinin əsas funksiyaları olar.

Alınmış (10) həllindən istifadə edərək dayağın ixtiyari kəsiyində dönmə bucağı, əyici moment və eninə kəsici qüvvəni hesablamaq üçün aşağıdakı düsturları alırıq:

$$\left. \begin{aligned} \theta(x) &= Y_0 f_1'(x) + \theta_0 f_2'(x) + \frac{M_0}{EJ} f_3'(x) + \frac{Q_0}{EJ} f_4'(x); \\ \frac{M(x)}{EJ} &= Y_0 f_1''(x) + \theta_0 f_2''(x) + \frac{M_0}{EJ} f_3''(x) + \frac{Q_0}{EJ} f_4''(x); \\ \frac{Q_{en}(x)}{EJ} &= Y_0 [f_1'''(x) + \nu^2 f_1'(x)] + \theta_0 [f_2'''(x) + \nu^2 f_2'(x)] + \\ &+ \frac{M_0}{EJ} [f_3'''(x) + \nu^2 f_3'(x)] + \frac{Q_0}{EJ} [f_4'''(x) + \nu^2 f_4'(x)] \end{aligned} \right\} \quad (13)$$

(10)-(13) düsturlarında dörd başlanğıc parametrlər iştirak edir. Onların ikisi kinematik ( $Y_0, \theta_0$ ), digər ikisi isə statik ( $M_0, Q_0$ ) parametrlərdir. Bu parametrlərdən ikisi hər baxılan məsələ üçün qabaqcadan məlum olur, qalan digər iki məchul başlanğıc parametrləri tapmaq üçün isə dayağın aşağı ucunun sərhəd şərtlərindən istifadə etmək olar.

Beləliklə, təklif olunmuş hesablama metodikası dərin salınan çevik dayaqqları yan səthdə yaranan müqavimət qüvvəsinin təsirini nəzərə almaqla boyuna-eninə əyilməyə hesablamağa imkan verir.

#### Ədəbiyyat siyahısı

1. Mürsəlov A.Ə. Qrunt mühitində işləyən sabit və dəyişən sərtlilikli dərin salınan çevik dayaqqların statiki və dinamik məsələlərinin tədqiqi: Tex. elm. nam. alim. dər. almaq üçün disser. Bakı, 2005, 175s.
2. Məmmədov K.M., Musayev Z.S. və b. Dəniz neft-qaz mədən hidrotexniki qurğuları. Bakı 2004, 308s.



**МЕТОДИКА РАСЧЕТА ГИБКОЙ ОПОРЫ ГИДРОТЕХНИЧЕСКИХ СООРУЖЕНИЙ  
ГЛУБОКОГО ЗАЛОЖЕНИЯ НА ПРОДОЛЬНО-ПОПЕРЕЧНЫЙ ИЗГИБ С УЧЕТОМ  
СИЛ СОПРОТИВЛЕНИЯ НА БОКОВЫЕ ПОВЕРХНОСТИ**

**Мамедова В.В., Абдуллаева К.Г., Кулиева Т.Г.**  
*Азербайджанский Архитектурно-Строительный Университет*

***РЕЗЮМЕ***

В работе предложена методика на основе модели Фусса-Винклера позволяющий произвести расчет на продольно-поперечный изгиб с учетом влияния силы сопротивления на боковых поверхности гибкой опоры глубокого заложения.

**CALCULATION OF FLEXIBLE SUPPORT HYDRAULIC STRUCTURES DEEP  
FOUNDATIONS ON THE LONGITUDINAL-TRANSVERSE BENDING TAKING  
INTO ACCOUNT THE FORCES OF RESISTANCE ON THE LATERAL SURFACE**

**Mamedova V.V., Abdullayeva K.G., Quliyeva T.G.**  
*Azerbaijan University of Architecture and Construction*

***SUMMARY***

The paper proposed a method based on the model Fuss-Winkler allows settle on a longitudinal and transverse bending, taking into account the effect of the resistance force on the lateral surface of the flexible deep foundation support.

## ŞOLLAR-BAKİ SU KƏMƏRİNİN ÇƏKİLİŞİNƏ DAİR

**Mustafayeva S.M.**

*AMEA, A.A.Bakıxanov adına Tarix İnstitutu, Bakı şəhəri,  
hacihasanov@mail.ru*

Mənbəyini Böyük Qafqaz sıra dağlarının əbədi qarlar və buzlaqlarla örtülü Şahdağ zirvəsindən götürərək axıb gələn sülardan götürən Şollar- Bakı su kəmərinin çəkilişindən artıq demək olar ki, yüz il keçməsinə baxmayaraq, o, əhəmiyyətini bu günün özündə də saxlamaqla paytaxtımızın yüzminlərlə əhalisini saf bulaq suyu ilə təmin etməkdədir.

XIX yüzilliyin son rübündən etibarən mühüm siyasi-iqtisadi və mədəni mərkəzə çevrilən Bakının əhalisinin də sürətlə artması, mövcud ənənəvi vasitələrlə yanaşı, yeni su təchizatı mənbələrinə yiyələnməyi və şəhərin, eyni zamanda Bakı sənaye rayonunun su ilə təmin olunmasını aktual bir vəzifə kimi qarşıya qoydu. Lakin bu vəzifənin yerinə yetirilməsi üçün külli miqdarda vəsaitin tələb olunduğu bir vaxtda, çar hökuməti bu diyara yiyələnməsinə, onun yeraltı və yerüstü sərvətlərini tam mənimsəməsinə rəğmən, bu ərazinin su ilə təminatı məsələsində dövlət xəzinəsindən bir qəpik də xərcəlməyə qıymır, bu işin bütün ağırlığını şəhər əhalisi və Bakı şəhər idarəsinin üzərinə qoyurdu (13, 40-46).

Qeyd etmək lazımdır ki, Bakı şəhər özünüidarəsi yarandığı elə ilk vaxtlardan bu çətin və şərəfli məsələnin həllinə çalışaraq, bu məqsədlə 1879-cu ildən etibarən bir sıra tədbirlər həyata keçirməyə başlamışdır. İlk zamanlar şəhərdə artezian suyu axtarışlarına başlanılsa da, bu, bir nəticə verməmiş, 1881-ci ildə açılan Zağulba su mənbəyi ilə bağlı layihə isə bahalıqına, suyunun codluğu və ümumi həcmnin azlığına görə həyata keçirilməmiş qalmışdır (9, 7).

Daha sonra içməli su axtarışı ilə məşğul olan komissiyalar, ayrı-ayrı sahibkarlar ən müxtəlif variantları – Kür və Araz çaylarından, Altıağac bulaqlarından, Göygöldən və s. yerlərdən boru xətlərinin çəkilişini təklif etməklə, bu məsələnin həllinə çalışmış, lakin təklif olunan variantların bəziləri qeyri-ciddiliyinə, bəziləri isə səmərəsizliyinə və bahalıqına görə qəbul edilməmişdir. 1892-ci ildə Su təchizatı komissiyası üç mühəndisi - Moskva su kəmərinin inşaatçısı M.İ.Altuxovu, Paris su kəmərinin inşaatçısı Dümonu və tiflisli mühəndis Q.Q.Roytu Kür çayından çəkiləcək su kəməri ilə bağlı layihələrin hazırlanması işinə cəlb etdi. M.İ.Altuxovun təklif etdiyi layihəyə görə çəkiləcək su kəməri - 5.117.000 rubla, Dümonun layihəsinə görə - 7.000.000 rub., Royta görə isə -7.000.000 rubldan da artıq qiymətə başa gəlməli idi (10, 30-31). Lakin yenə də hazırlanan layihələrin heç biri qəbul edilmədi. Daha sonra Şəhər idarəsi Samur və Kür çayları ilə bağlı layihələrin hazırlanması məqsədilə mühəndislər – Dümon, Streker və Lindleyə müraciət etdi. 1899-cu ilin iyul ayının 3-də mühəndis U.H.Lindleydən alınan cavab məktubunda onun bu təklifi qəbul etməsi ilə yanaşı, eyni zamanda müəyyən şərtlərinin, o cümlədən, su mənbəyi seçiminin onun öhdəsinə buraxılması şərtinin olması da bildirilirdi (10, 37).Qoyulan şərtlərkomissiya tərəfindən qəbul edildikdən sonra, Frankfurt-Mayn şəhərində su axtarışları kompaniyasına başçılıq edən ingilis mühəndisi Uilyam Harleyn Uilliyamoviç Lindley 1899-cu ilin oktyabr ayında Bakıya gəldikdən sonra Quba qəzası və Samur dairəsində apardığı hidrogeoloji axtarışlar nəticəsində Xudat yaxınlığında (Xudat stansiyasından şimal-qərbə doğru), sahəsi 250 kv. verst\* olan bir ərazidə, qeyri-adi dərəcədə çoxlu bulağın olmasını müəyyən etdi. Meşə massivi ilə zəngin olan bu gözəl məkanın Şollar və Fərzəlioba adlanan ərazilərində yeraltı su axınının daha güclü olduğunu müəyyən edən Lindley, daha sonra axtarışlarını Kür və Samur çayları istiqamətində davam etdirərək, qəti olaraq Bakı şəhərinin su ilə təchizatı üçün ən əlverişli mənbə kimi Şolları seçdi (1, 67; 10, 37; 13,30). Su mənbəyinin düzgün seçilməsinə böyük əhəmiyyət verən mütəxəssis, hesab edirdi ki, çay suyu ilə müqayisədə, şəhərə çəkiləcək bulaq suyunun xərci hətta daha baha başa gəlmiş olsa belə, birmənalı olaraq, üstünlüyü ikinciyə vermək lazımdır. Lindleyin apardığı ilkin araşdırmalar Şollardan çəkiləcək suyun nəinki baha, hətta

\*1 verst=1,067 km.

daha ucuz başa gələcəyini bir daha təsdiqlədi. Çünki, bütövlükdə bulaq ərazisi şimaldan cənuba doğru meyli olduğundan su şəhərə demək olar ki, öz axını ilə gələ bilər, bunu isə, şəhərə çəkiləcək su kəmərinin daha ucuz başa gəlməsi üçün əsas amillərdən biri hesab edən mütəxəssis, Şollar suyunun öz keyfiyyətinə görə də Kür və Samur çaylarının suyundan daha üstün olduğunu bildirir, eyni zamanda, bu suyun həmişə şəffaf, təzə və demək olar ki, ilboyu eyni temperatura (Şollarda–14,7°C, Fərzəliobada-18,5°C, Süzayda- 14,6°C) malik olmasını vurğulayırdı (1, 67). Bulaq ərazisinin həm güclü yeraltı su ehtiyatına, həm də mənbəyini daim qarlı örtülü dağlardan alan 12 çaya malik olmasını da Lindley mühüm amil hesab edirdi. Onun “Kür” və “Samur” layihələri üzrə su kəmərinin çəkilişinə razılaşmamasının əsas səbəbi isə həmin dövrdə sutəmizləyici qurğuların qeyri-mükəmməl olması idi. Şollarla bağlı ideyasının həyata keçirilməsində bir çox çətinliklərlə qarşılaşan Lindley Şəhər idarəsi arasında, nəhayət, 1903-cü ilin noyabrında şəhərin məhz bulaq suyu ilə təchiz olunması istiqamətində tam tədqiqat işlərinin aparılması və “Şollar” bulağından çəkiləcək su kəməri layihəsinin tərtib edilməsi barədə müqavilə imzalandı. Müqavilənin şərtlərinə görə layihənin tərtib edilməsi üçün U.H. Lindleyə 1.500 rubl pul ödənilməli idi. Bundan başqa, onun müəyyən edilmiş vaxtlarda Frankfurt-Mayndan Bakıya gəlib-getməyi üçün lazım olan xərcləri də Şəhər idarəsi öz üzərinə götürürdü (11, 5; 13,32). 1902-ci ilin yayından 1903-cü ilin martına kimi fasilələrlə hidrogeoloji kəşfiyyat işləri aparmaqla yanaşı, eyni zamanda ərazinin iri miqyaslı xəritəsini hazırlamış Lindley, Qusarda suyun kimyəvi və bakterioloji tərkibinin müəyyənəşdirilməsi üçün laboratoriyanın açılmasına da nail olmuşdur.

1904-cü ilin mayında ilk sınaq quyularının qazılması nəticəsində bulaq ərazisində güclü su ehtiyatının aşkar edilməsi ilə güman etmək olardı ki, tezliklə şəhərin su təchizatı problemi artıq öz həllini tapmış olacaq. Lakin, bu heç də belə olmadı, bir azdan işlərin sürəti azaldı, bir qədər sonra isə tamamilə dayandırıldı. Buna səbəb isə 1904-cü ilin fevral ayının 11-də Şəhər idarəsinin podratçı şirkət - “Fransız qazma cəmiyyəti” ilə bağladığı müqavilə əsasında, sonuncunun sınaq-qazma işlərini həyata keçirərkən işə qeyri-peşəkar yanaşması və səhlənkarlığı oldu. Müqaviləyə əsasən, şirkət bir sajeni\* 55 rubldan olmaqla, 40 su quyusu (dəriniyi 20-30 sajen) qazmalı olduğu halda, 88 iş günü ərzində 250 sajen əvəzinə, cəmi 0,3 sajen quyu qazmışdı (8,142; 2,23; 13,32). Texniki vasitələrinin çatışmazlığı üzündən, işləri cəmi iki köhnə qazma dəzgahı ilə aparan şirkət, işlərin ləng getməsinə bu qurğuların çınqıl laylarını keçə bilməməsi ilə izah edirdi. Burada Lindleyin fransız şirkətinin səriştəsizliyi, məsuliyyətsizliyi və çox bahacıl olması ilə bağlı (1 sajen üçün 55 rublu çox yüksək məbləğ hesab edən mütəxəssis, başqa şəhərlərdə bu işin 20-30 rubla, Bakı şəraitində isə daha ucuz başa gələ biləcəyini bildirirdi) xəbərdarlığı, demək olar ki, özünü doğrultdu. Bununla əlaqədar Lindley qeyd edirdi ki, “bəlkə o (“Fransız qazma cəmiyyəti”- S.M.) dərin qazma işləri üzrə böyük təcrübəyə malikdir, lakin orta və kiçik dərinlikdə olan quyuların qazılması üçün onun fəaliyyəti tamamilə yarıtılmazdır”(2, 63-64). Bütün bunları nəzərə alan Şəhər idarəsi, iyun ayının 9-da sözügedən şirkətlə bağladığı müqaviləni pozmağa məcbur oldu. Qazma işlərinin dayandırılması U.H.Lindleylə imzalanan müqavilənin də dayandırılmasına gətirib çıxardı. Beləliklə, bu cür həllivacib məsələ, demək olar ki, üç il dondurulmuş vəziyyətdə qaldıqdan sonra, nəhayət 1907-ci ilin qışında yenidən gündəliyə çıxarıldı və yenə də Lindleyin Bakıya dəvət olunması ilə nəticələndi. 1909-cu ilin əvvəllərinə kimi tədqiqatlarını davam etdirən Lindley, həmin ilin mart ayında Şollardan Bakıya çəkiləcək su kəmərinin ilkin layihəsini və bu layihənin Samur və Kür çaylarından çəkiləcək su xətti ilə müqayisəsini Şəhər idarəsinə təqdim etdi(9, 8). Şəhərin su təchizatında yaranmış dözülməz vəziyyət, artıq əməli işə keçməyin zəruri olduğunu diktə edirdi. Bunları nəzərə alan Bakı şəhər duması və Şəhər idarəsi, məhz Şollardan çəkiləcək su kəməri layihəsinin gerçəkləşdirilməsi üzərində dayanaraq, Lindleyə layihənin yekun variantının hazırlanmasını tapşırırdı. 1909-cu ildə hidravliklərin\*\*

---

\* 1 sajen=2,48 m.

\*\* Su mühəndisləri.

Tiflisdə keçirilən 9-cu qurultayı da, Lindleyin layihə ilə bağlı məruzəsini dinlədikdən sonra, suyunun keyfiyyəti və maya dəyəri baxımından üstünlüyün “Şollar” variantına verilməsini tövsiyə etdi. (12,67; 13,40).Lindleyin hazırladığı layihədə şəhərə sutkada 3.000.000 vedrə\* suyun verilməsi və bu suyun tədricənsə artırılaraq 6, 9 və 12 milyon vedrəyə çatdırılması nəzərdə tutulurdu.

1910-cu ildə Şollar ərazisində ilkin hidrogeoloji işlər başa çatdırıldıqdan sonra, 1911-ci ilin mart ayının 14-də Şəhər idarəsi su kəmərinin çəkilişi ilə əlaqədar ingilis “Qriffits və K” şirkəti ilə müqavilə imzaladı. Müqavilənin şərtlərinə görə şirkətin görəcəyi işin ümumi dəyəri 9.769.983 rubl 12 qərik olmaqla, o bütünlükdə Şollar-Bakı su kəmərinin və onun ehtiyacını ödəyəcək qurğuların inşasını həyata keçirməli idi (1, 74 arx.; 76,111). Müqavilənin 66-cı paragrafına əsasən şirkətin görəcəyi bütün podrat işlərinə 1911-ci il fevral ayının 15-dən başlayaraq, 1914-cü ilin fevral ayının 15-ə kimi 36 ay vaxt ayrılırdı (5, 2 və arx).

Bu zaman gələcək tikinti işləri üçün çətinlik törədə biləcək məsələlərdən biri kəmərin keçəcəyi torpaq sahələrinin əldə edilməsi idi ki (çünki, bəzi sahibkarlar həmin torpaqların icarəyə verilməsinə razılaşmayaraq, əvəzində külli miqdarda pul tələb edirdilər), bununla əlaqədar, Bakı şəhər dumasının qaldırdığı vəsatətlə imperator II Nikolay 1912-ci ilin yanvarında su kəmərinin keçəcəyi 770 desyatın torpaq sahəsinin müsadirə edilərək, Bakı şəhər idarəsinin mülkiyyətinə keçməsi barədə fərman imzaladı (13, 41).

Su kəmərinin çəkilişi ilə bağlı layihənin həyata keçirilməsi üçün podratçı şirkət tərəfindən Xaçmazda, zavod tikildi. 1912-ci ilin mart ayından etibarən Caqqerin xüsusi sistemi əsasında beton boru istehsalının başlanılması ilə, demək olar ki, yeni texnologiya olan basma üsullu beton su xəttinin inşasının əsası qoyuldu. 1913-cü ilin yayına kimi podratçı təşkilat tərəfindən iki - Ataçay və Biləcəri tunellərinin tikintisi, eyni zamanda su kəmərinin keçəcəyi yarganların kəşiməsində təzyiqlisə xəttinin - diametri 800 mm. olan çuqun boruların və sifonların quraşdırılması işləri, demək olar ki, başa çatdırıldı (5, 2 və arx.; 3, 294-295). Beton su xətti və lazımi qurğularının inşasından başqa şirkət suyun vurulması üçün zəruri olan rezervuarların və şəhərdəki təzyiqli su xəttinin, habelə Sumqayıt nasos stansiyasının tikilməsini, eyni zamanda Şollardan daxil olacaq suyun tam həcmdə şəhərə ötürülməsi üçün bu stansiyadakı maşın və avadanlıqların quraşdırılmasını da həyata keçirməli idi. Onu da qeyd etmək lazımdır ki, Sumqayıt stansiyası üçün nəzərdə tutulan maşınların məsələsinə Dumanın hələ 1913-cü il 19 fevral tarixli iclasında baxılaraq, Almaniyanın “Aşersleben” firmasına sifariş edilməsi qərara alınmışdı. Ümumi məbləği 360.000 rubla bərabər olan sifarişin yerinə yetirilməsi, çatdırılması və “Dizel” sistemli, 600 at gücünə malik üç mühərrikin yerində quraşdırılması işlərini də firma öz öhdəsinə götürməli idi (alman firmasına veriləcək bu sifariş üçün Sənaye və Ticarət nazirinin xüsusi razılığı alınmışdı) (6;23,29). Şəhərdə su xətləri şəbəkəsinin yaradılması üçün lazım olan 846.000 pud\* çuqun borunun sifarişi isə Şəhər dumasının 1912-cı il 29 may tarixli qərarı ilə Rusiyanın dağ-mədən metallurgiya ittifaqı tərəfindən yerinə yetirilməli idi. Borunun 1 pudunun qiyməti, çatdırılması ilə birlikdə, 1 rubl 43 qəpiyə başa gələcəkdi. Nəzərdə tutulan işlərin vaxtında həyata keçirilməsi üçün istər baş mühəndis Lindleyin, istərsə də Şəhər idarəsi və aidiyyəti qurumların ciddi səy göstərmələrinə baxmayaraq bir sıra amillərin, xüsusən də “Qriffits və K” podratçı şirkətinin öhdəsinə götürdüyü işləri (beton işləri, quyuların qazılması və s.) xeyli ləng aparması, müqavilədə göstərilən müddətdə su kəməri çəkilişinin başa çatmayacağına dəlalət edirdi. Bundan narahat olan Şəhər idarəsi, artıq müəyyən tədbirləri həyata keçirməyə məcbur oldu. O, şirkətə rəsmi olaraq bir neçə dəfə notarial qaydada müraciət edərək işləri sürətləndirməyi və müqavilədə göstərilən müddətdə başa çatdırmağı tələb etdi. Bundan bir nəticə əldə etməyən İdarə Lindleyin Bakıya növbəti gəlişi zamanı, sözügedən podratçı ilə işlərin sürətləndirilməsi barədə danışıqlar aparmasını ona həvalə etdi. Lakin bu da bir nəticə

---

\*1 vedrə = təxminən 12,5 litr.

\*1 pud=16 kq.

vermədi, şirkət işlərin sürətləndirilməsi istiqamətində heç bir tədbir görmədi (3, 296-298; 4, 9,29). Araşdırmalar zamanı məlum oldu ki, 1913-cü ilin iyul ayına kimi “Qriffits və K” podratçı şirkəti tərəfindən layihədə nəzərdə tutulan işlərin yalnız 30%-i görülmüşdü. Şirkətin fəaliyyəti ilə bağlı bir sıra xoşagəlməz məqamlar da üzə çıxdı ki, bunlara da şirkətin eyni vaxtda bir neçə yerdə tikinti işləri aparması, bu səbəbdən də gündəlik işlərə daimi rəhbərlik etməyi həyata keçirə bilməməsi, işlədiyi obyektlərin isə heç də hamısını texniki vasitələrlə təmin edə bilməməsi və s. aid idi. Eyni zamanda, texniki nəzarət komissiyası da görülmə işlərin yarıtmaz olduğunu və xeyli texniki səhvlərə yol verildiyini aşkar etmişdi. Bunları nəzərə alan Şəhər idarəsi 1913-cü ilin iyulunda müqavilənin dayandırılması barədə sərəncam imzaladı. Bundan sonra “Qriffits və K” şirkəti ilə Şəhər idarəsi arasında başlanan qarşılıqlı ittiham və məhkəmə çəkişmələri 6 ay davam edərək, yalnız imperiya daxili işlər nazirliyinin işə qarışmasından sonra, şirkətin tikinti ərazisindən qovulması ilə nəticələndi (13, 42). Artıq tikinti işlərinin podrat üsulu ilə deyil, təsərrüfat üsulu ilə aparılmasına qərar verən Şəhər duması, bu işlərin icrasını Su təchizatı komissiyasına həvalə etdi (9, 8). Komissiya işin sürətləndirilməsini təmin etmək məqsədilə 1913-cü ilin noyabr ayından etibarən tikinti işlərini 10 müxtəlif sahəyə ayıraraq, müvafiq işlərin icra edilməsi üçün bir neçə podratçı ilə müqavilə bağladı. Müqavilələr hüquqi şəxslərlə olduğu kimi, fiziki şəxslərlə də bağlanırdı. Müxtəlif işləri icra edəcək podratçılar sırasında şəhərdəki su borularının çəkilişi ilə məşğul olacaq - “Kolobov və K” şirkətini, şəhər rezervuarlarının inşasını icra edəcək - “Veys və Freytaq səhmdar cəmiyyəti”ni, su kəmərinin keçəcəyi Yaşma ərazisində xəndəklərin (tranşeya) qazılması işini həyata keçirəcək “Texniki-sənaye səhmdar cəmiyyəti”ni, iki ayrı müqavilə ilə (1914-cü il 3 mart və 22 aprel) Sumqayıt nasos stansiyasının maşın binası üçün daş, beton, dülgərlik işlərini və Xocahəsən dükerindən təzyiqli su xəttində beton su kəmərinin inşasını yerinə yetirəcək fiziki şəxslər - Hacı Səttar Heybətovu, 6 yeni quyunun qazılması və bir quyuda yarımçıq qalmış işləri yerinə yetirəcək - S.F.Korçakı, Rəhim xan Mürsəlovu, Abdulla Tahirbəyovu və başqalarını göstərmək olar (7; 9,14,27,32 arx.,41,76,85,96). Ümumiyyətlə, Şollar-Bakı su kəmərinin inşası dövründə 35 podratçı ilə müqavilə bağlanmış, 170-dən artıq sifariş verilmişdi.

Görülən tədbirlər nəticəsində müəyyən irəliləyişlərə nail olunsa da, ümumən işin gedişində bir ləngimə hiss olunurdu ki, bunun da əsas səbəbi Birinci Dünya müharibəsi şəraitində dəmir yollarının bərbad vəziyyətdə olması ilə əlaqədar, tikinti materiallarının gətirilməsində böyük çətinliklərin olması, hətta demək olar ki, qeyri-mümkünlüyü idi. Bundan başqa, su kəməri çəkilişində çalışan işçilərdən bəzilərinin orduya çağırılması (244 çağırışçıdan – 7 nəfəri mühəndis, 6 nəfəri isə texnik idi), texniki kadrların onsuz da çatışmadığı bir şəraitdə, işin gedişinə ciddi təsir göstərirdi. Bütün bunlarla yanaşı, işin gedişinə mane olan bir sıra amillər də var idi ki, bunlara - əsas işçi qüvvəsinin Quba qəzası kəndlilərindən təşkil olunması, onların isə yalnız tarla işlərindən sonra, payız-qış aylarında işə cəlb oluna bilmələri, fəhlələrin iş şəraitinin olduqca ağır olması, gündə 10-12 iş saati müqabilində 1rubl 20 qəp.- 1rubl 40 qəp. (müharibə illərində kağız pulların qiymətdən düşməsi şəraitində bu məbləğ cox cüzi idi) məvacib almaları, tikinti obyektlərinin pərakəndə olması səbəbindən fəhlələrin hər gün 15-20 verst yolu piyada qət etmələri və s. aid idi (13, 43). Lakin, bu çətinliklərin və müharibə şəraitinin olmasına rəğmən, görülmə tədbirlər bəhrəsini verdi və tikintinin sürəti ildən-ilə artaraq 1914-cü ildə - 40, 1915-ci ildə - 53, 1916-cı ildə isə - 38 km. boru kəmərinin çəkilişi ilə nəticələndi. Demək olar ki, ilk tədqiqat işlərindən - 17 il, tikintisinə başlanılmasından isə - 6 il keçdikdən sonra, nəhayət, həmin dövrdə qəzetlərin yazdığı kimi, artıq “Şollar suyu –həyata keçirilmiş fakt”a çevrildi. Doğrudan da, tikintisi ilə bağlı əməli iş 1911-ci ildə başlanılan, 1917-ci ilin əvvəllərində isə istifadəyə verilən və öz dövrü üçün Avropanın analoji kəmərləri ilə müqayisədə ən uzununu hesab edilən Şollar-Bakı su kəmərinin ümumi dəyəri - 33.000.000. rubl, uzunluğu isə - 186,498 km. oldu. Şollar su mənbəyindən şəhərdəki rezervuarlara qədər olan 186,498 km.-lik məsafə aşağıda göstəriləndiyi kimi bölünürdü (9; 8,9):

Şollar su mənbəyindən Sumqayıtdakı nasos stansiyasına qədər olan:

beton su xəttinin uzunluğu .....	138,409 km.
Ataçay tunelinin uzunluğu.....	0,790 “...”
çuqun dükerlərin uzunluğu .....	7,894 “...”
Cəmi .....	147,093 km.

Sumqayıtdakı nasos stansiyasından Bakı şəhərində tikilmiş və dəniz səviyyəsindən 110 m. hündürlükdə yerləşən rezervuara qədər:

Təzyiqli su kəmərinin uzunluğu.....	18,747 km.
Beton su xəttinin uzunluğu .....	16,581 “...”
Biləcəri tunelinin uzunluğu .....	0,770 “...”
Hacı Həsən dükerinin uzunluğu .....	3,307 “...”
Cəmi .....	39,405 km.

Kəmə vasitəsilə şəhərə çatdırılan su, tikintisi 1914-1916-cı illərdə həyata keçirilən və artıq qeyd edildiyi kimi, dəniz səviyyəsindən 110 və 69 metr hündürlükdə yerləşən, ümumi tutumu isə müvafiq olaraq 4,5 və 3,8 milyon vedrə olan iki rezervuara vurulurdu. Şəhərin səthi müxtəlif hündürlüyə malik olduğundan, borudakı təzyiqin 6 atmosferdən yuxarı qalxmamasını təmin etmək məqsədilə, şəhər ərazisi su şəbəkəsi baxımından 3 qurşağa bölünmüşdü. I qurşağa – dənizkənarı ərazilərdən başlayaraq Bayıl, Bibi-Heybət, Qara şəhər və Ağ şəhər rayonları daxil idi ki, bunların da su təminatını + 69 (yəni, dəniz səviyyəsindən 69 m. yüksəklikdə yerləşən) rezervuarı ödəyəcəkdi. II – orta qurşağa daxil olan Balaxanı, Sabunçu və Suraxanı rayonlarının su təminatı isə +110 (yəni, dəniz səviyyəsindən 110 m. yüksəklikdə yerləşən) rezervuarının hesabına ödəniləcəkdi. III qurşağa isə şəhərin ən yüksək dağlıq ərazisi daxil edilmişdi, lakin burada əhali hələ məskunlaşmadığından, su təminatı məsələsi də gündəlikdə deyildi. Lakin, buna baxmayaraq, şəhərin bu hissəsi də Lindleyin diqqətindən kənarda qalmamış, gələcəkdə həmin əraziləri su ilə təmin edə biləcək və su tutumu 500.000 vedrə olmaqla, dəniz səviyyəsindən 165 m. hündürlükdə yerləşəcək rezervuarın tikintisi və bu tikiləcək rezervuara suyun +69-dan vurulacağı da onun hazırladığı layihədə öz əksini tapmışdı (9, 15).

Şollar suyunun tərkibinə gəldikdə isə onun çox yüksək keyfiyyətə malik olması ilə yanaşı, eyni zamanda, bir çox mikroelementlərlə, o cümlədən dəmir, kalsium və maqnezium oksidləri və s. ilə zəngin olmasını da qeyd etmək lazımdır. Bu saf bulaq suyunun keyfiyyəti o qədər yüksəkdir ki, onu hətta sənaye məqsədləri ilə işlədərkən belə, ilkin yumşaltma prosedurlarından keçməsinə, demək olar ki, heç bir ehtiyac qalmır. Şollar suyunun bir qəribə xüsusiyyəti də vardır ki, o da suyun beton borularla hərəkəti zamanı dəyişikliyə məruz qalması və bununla da, tərkibindəki kalsium oksidinin həcmi azalması ilə ümumi codluğunun da azalmasıdır (1 litr Şollar suyunda ümumi codluq – 10,8°-dir). Bunun nəticəsində isə kəmə vasitəsilə şəhərə gələn su, mənbəyindəki sudan 20-25% daha yumşaqdır.

Min bir əziyyətlə Bakıya gətirilən Şollar suyunun tarif qiymətləri də bizim üçün maraqlıdır. Hələ kəmənin rəsmi açılışı mərasimindən bir neçə gün əvvəl, yanvar ayının 8-də, şəhər başçısı L.L.Bıç, duma üzvləri ilə birlikdə şəhərin Şamaxıdakı (Salyan kazarmalarının arxası) su rezervuarlarına baxış keçirərkən, “gördüklərindən çox məmnun qalaraq, təcili surətdə onun şəhərdaxili qiymətini – 100 vedrə su üçün 75 qəpik” olmaqla, müəyyən etmişdir. Sonralarda bu qiymət əsas götürülərək, ayrı-ayrı müəssisə və idarələrin, o cümlədən əhəlinin istifadə edəcəyi suyun tarif qiymətləri müəyyənləşdirilmişdir ki, bu da bir vedrə su üçün 0,75qəp.-dən - 1,6qəp.-dək dəyişirdi [Məs., supaylayıcı köşklərdə - 0,75qəp., əhali üçün - 1,0qəp., özəl sənaye müəssisələri üçün - 1,6qəp., dəmir yolları üçün - 0,5qəp.-dən - 0,8 qəp.-dək (müvafiq olmaqla su xətti və yüksək təzyiqli şəbəkədən verilməklə) nəzərdə tutulurdu] (9, 19).

Beləliklə, U.H.Lindleyin Qərbi Avropanın 35 şəhərində həyata keçirdiyi analoji layihələrlə müqayisədə, texniki baxımdan daha nəhəng və daha mürəkkəb hesab etdiyi Şollar-Bakı su kəmərinin inşası, nəhayət, 1916-cı ilin sonlarında, demək olar ki, başa çatdırıldı. 1917-ci ilin yanvar ayının 20-də, günorta saat 3-də suyun Sumqayıtdakı nasos stansiyasından

Xırdalana vurulması həyata keçirildi. Yanvarın 21-də şəhərin Krasnovodskaya (indiki S.Vurğun) küçəsində ilk suyun gəlməsi müşahidə olundu, onun ertəsi günü, ayın 22-də isə Şollar-Bakı su kəmərinin açılışı təntənəli surətdə qeyd edilərək, şəhər başçısının, Duma qəslənləri və Şəhər idarəsi üzvlərinin, eyni zamanda geniş ictimaiyyətin iştirakı ilə, şəhərə gələn su Şamaxinkada, dəniz səviyyəsindən 110 m. yüksəklikdə yerləşən əsas rezervuara vuruldu. Əməliyyatın başlamasını bildirən düymənin basılması, haqlı olaraq, bu çətin və şərəfli işdə həqiqətən də böyük zəhmət sərf etmiş U.H.Lindleyə tapşırıldı. Şollar-Bakı su kəmərinin çəkilməsilə “Şollar” sözü şəhər əhalisinin düşüncə tərzində saf və şirin su sinoniminə çevrilərək (13, 45), bugünün özündə də mənasını saxlamaqda davam edir.

#### **Ədəbiyyat siyahısı**

1. ARDTA, f.389, siy.7, iş 17
2. ARDTA, f.389, siy.7, iş 21
3. ARDTA, f.389, siy.7, iş 37
4. ARDTA, f.389, siy.7, iş 39
5. ARDTA, f.389, siy.7, iş 49
6. ARDTA, f.389, siy.7, iş 251
7. ARDTA, f.389, siy.7, iş 371
8. ARDTA, f.50, siy.1, iş142;
9. Баку-Шолларский водопровод. К докладу заведующего отделом А.Т.Севостьянова на первом Всесоюзном водопроводном и санитарно-техническом съезде 25 апреля- 4 мая 1925 г., в гор. Баку. Баку, 1925 г., с.7
10. Известия Бакинской городской думы, №9-10, сентябрь-октябрь 1915 г., сс.30-31
11. Kəspı, 1903, №5
12. Экспертиза и заключение по захватным сооружениям и водоводу Баку-Шолларского водопровода. Б., 1928, с.67;
13. Xanəliyev V.M. Bakı şəhərinin su təchizatı tarixi (XIX əsrin ikinci yarısı- XX əsrin 70-ci illəri). B., 1993.

#### **О ПРОВЕДЕНИИ ШОЛЛАР-БАКИНСКОГО ВОДОПРОВОДА**

**Мустафаева С. М.**

*Институт истории им.А.А.Бакиханова НАН Азербайджана, Баку, aliyeval@rambler.ru*

#### **РЕЗЮМЕ**

В статье после краткого освещения вопросов, касающихся проектов снабжения города Баку питьевой водой, в том числе проекта предложенного В. Линдлеем, в котором он однозначно остановился на проведении водопровода из источника Шоллар, подробно рассматриваются вопросы, связанные с подрядчиками этого строительства. В статье так же освещены вопросы тарифов, установленных на воду в городе Баку, километража бетонных линий, тоннелей, дюкеров этого грандиозного водопровода, сначала из источника до насосной станции в Сумгаите, и далее до резервуаров в городе Баку.

#### **ON THE CONSTRUCTION OF BAKU-SHOLLAR WATER PIPELINE**

**Mustafayeva S.M.**

*Institute of History of Azerbaijan National Academy of Sciences, Baku, aliyeval@rambler.ru*

#### **SUMMARY**

In this article, after a brief coverage of issues related to the projects on drinking water supply of Baku city, including the project proposed by W. Lindley, in which he definitely focused on the laying of the water pipeline from the source Schollar, are examined in detail the issues related to contractors of this construction. The article also highlights the issues of prices, defined for the water in the city of Baku, mileage of concrete lines, tunnels, inverted siphons of this great aqueduct, first from the source to the pumping station in Sumgait, and then to the reservoir in the city of Baku.

## СИСТЕМА ВОДОСНАБЖЕНИЯ БОЛЬШИХ ГОРОДОВ В 19 ВЕКЕ

Нагиев З.А.,<sup>1</sup> Керимова Г.А.,<sup>2</sup> Маммедзаде Н.А.<sup>3</sup>

ОАО «Азерсу», Научно-Исследовательский и Проектный Институт «Суканал», Баку,

<sup>1)</sup> zahid.nagiyev@azersu.az

<sup>2)</sup> gulnar.kerimova8989@gmail.com

<sup>3)</sup> nerminkerimova@hotmail.com

Когда источником водоснабжения служила река, то строился параллельно ей каменный канал, который сообщался с рекой штольнями или трубами, и либо проходил открыто до питаемого водой места, либо переходил в закрытый водопровод. Воду в реке забирали в местах, где наиболее сильное течение, по возможности не близко ко дну реки, а несколько ниже самого низкого уровня. Чтобы в устье заборной трубы не попадали плавающие предметы, они снабжались сетками или съемными решетками. Это же относилось и к установке водозаборных труб в озерах.

Упомянув еще и об устройстве цистерн, собирающих непосредственно дождевую воду, в виде бассейнов с непроницаемыми стенками, наполненных песком; вода стекала в них с вымощенных дворов; посередине бассейна устанавливалась в виде колодца труба с прорезями в нижней части, из которой и черпали воду. Таким образом, вода, проходя сквозь песок, охлаждалась и фильтровалась. В Венеции, ныне имеющий водопровод современного типа, прежде существовало до 200 общественных и до 1900 частных цистерн, общей вместимостью около 200 000 куб. м. Колодцы цистерн обыкновенно бывали предметом художественно-архитектурной обработки.

Для равномерного водоснабжения больших городов цистерны были не пригодны, но основной принцип их устройства – фильтрация воды сквозь песок – применялась весьма часто при всяких водопроводах. С этой целью строились фильтры – каменные бассейны, дно которых состояло из нескольких слоев: сверху мелкий песок, затем все более крупный песок и гравий. Мутная вода рек и озер, просачивалась сквозь фильтрующие слои оставляя большую часть грязи на верхнем песчаном слое, который время от времени заменялся свежим.

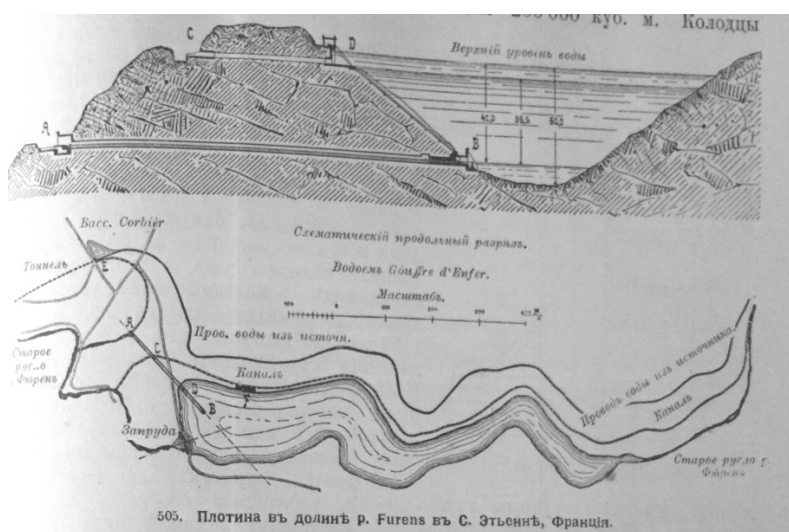


Рис. 1. Плотина в долине реки Фуренц в Сент Этьенне, Франция



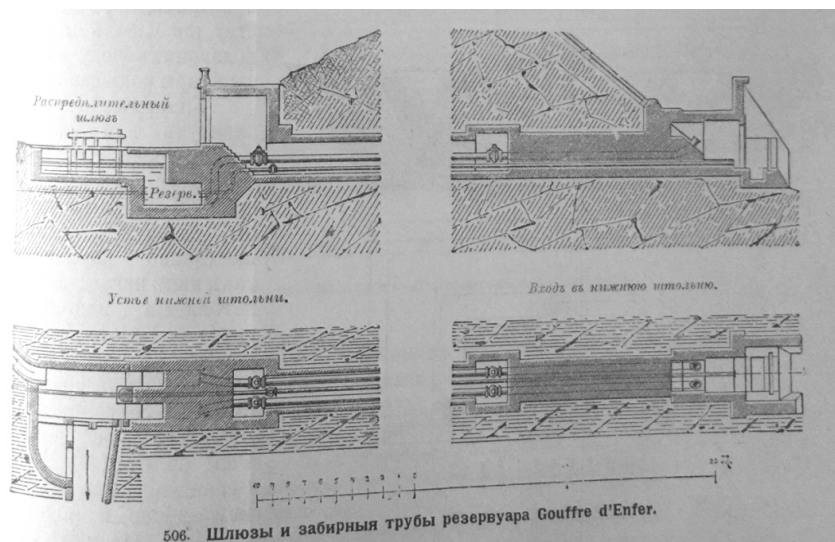


Рис. 2. Шлюзы и заборные трубы резервуара Гоуффре Д'Энфер

Для образования в городской сети достаточного и постоянного равномерного напора, устанавливались резервуары, лежащие на высоте, открытые или же покрытые сводами и землею. Если место, откуда берется вода, находилась выше резервуара, то вода в него направлялась или по открытым, каменным каналам, или по закрытым, вентилируемым трубам; для пересечения долин служили чугунные трубы – сифоны, уложенные сообразно профилю местности. Если же вода бралась из местности, лежащей ниже уровня бассейна или бака, то пользовались насосными станциями, вода в резервуары подавалась под напором.

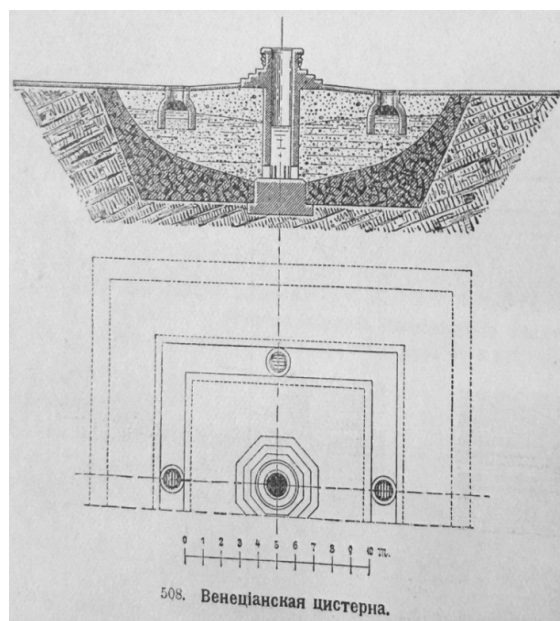


Рис. 3. Венецианская цистерна

Каменные открытые акведуки или каналы, пересекавшие многочисленными арками глубокой и широкой долины, строились преимущественно римлянами, так как искусство приготовления напорных труб большого диаметра тогда еще не было известно. Один из наиболее сохранившихся римских акведуков – Понт ди Гард в

Нимбе (Франция), служил одновременно и мостом, состоял из трех ярусов арок; над верхними арками находился покрытый каменными плитами водопроводный канал, уровень которого на 48 м выше низкого уровня в реке Гардон. С течением веков на стенках канала образовывалась осевшая плотная корка толщиной в 29 см, сузившая просвет с 1,22 до 0,64 м. Через канал первоначально проходило до 723 л воды в секунду. В небольших водопроводах римляне заменяли арочные акведуки более дешевыми сифонами из свинцовых труб. Арабы редко строили солидные и дорогие акведуки, ограничиваясь укладкой глиняных труб до 1 м диаметром, окруженные кирпичной кладкой для того, чтобы можно было подавать воду под напором. Самые примитивные сифоны встречались у азиатских народов – бамбуковые акведуки.

Городская сеть, питаемая водой из одного и нескольких резервуаров, строили чаще всего по так называемой круговой системе, причем главная, магистральная труба укладывалась в виде кольца, опоясывающего большую часть горда со многими радиальными ветвями, от которых уже ответвляются побочные трубы. Застой и загнивание воды были невозможны; кроме того, при круговой системе можно было запереть любой участок сети при ремонте, не прерывая водоснабжения в остальной сети. Разветвленная система, имеющая в плане сходство с ветвями дерева, строилась лишь в том случае, если по концам ее находились водоемы с непрерывными расходами воды.

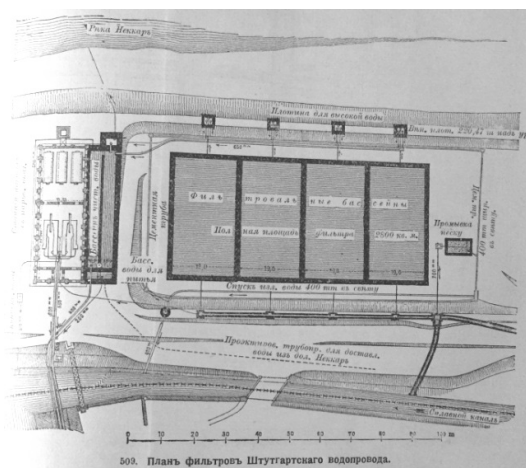


Рис. 4. План фильтров Штутгартского водопровода

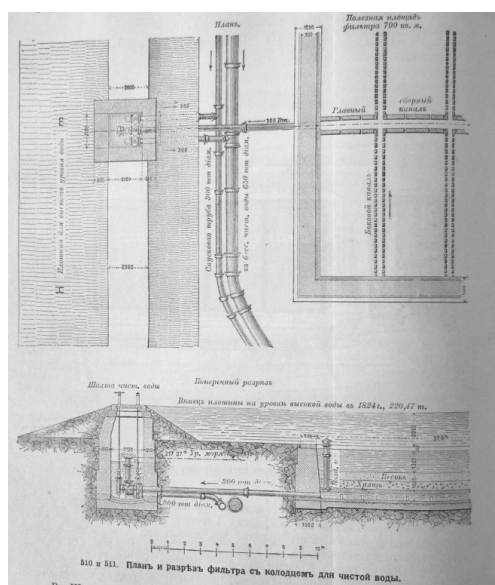


Рис. 5. План и разрез фильтра с колодцем для чистой воды

В Штутгарте вода из Неккара была проведена к фильтрам самотеком по каналу круглого сечения: фильтры состояли из 4 бассейнов по 3,3 м глубиной и по 700 кв.м. площадью; толщина слоев гравия различной крупности – от 75 до 90 см мелкого песка. Из 4 фильтров всегда работали 2 или 3, по очереди производилась чистка. На дне, под слоем гравия прокладывались сборные трубы с прорезями в стенах, где собиралась отфильтрованная вода в колодец, снабженный задвижками. Через каждый кв.м. фильтрующей поверхности в сутки проходило 2,7 куб.м. воды. Из колодцев вода поступала в общий бассейн, а потом поднималась насосами в городскую сеть.

Трубы укладывались во избежание промерзания на глубине не менее 1,5-2 м, под поверхностью земли, по возможности под тротуарами, чтобы в случае ремонта не прекращалось экипажное движение. При взаимном пересечении нескольких ветвей устанавливались вертикальные или горизонтальные распределительные коробки в кирпичных колодцах; здесь же ставились краны для спуска воды на случаи промывки или опорожнения сетей. Уличные водопроводные трубы были большей частью чугунными; железными делались только там, где водопровод должен был пересекать либо реку, либо полотно железной дороги. Для домовых водопроводов служили чугунные, внутри асфальтированные трубы, или же свинцовые, по которым проходила вода к местам ее потребления.



Рис.6. Понт ди Гард, древний римский водопровод в Нимбе, Франция.

Кроме домовых ставились еще уличные краны или гидранты, служащие для поливки улиц, а также для тушения пожаров: они ставились на уличных трубах через каждые 50-100 м., а также на всех глухих концах труб и вообще там, где была необходима их промывка времени от времени. Гидранты или выходили выше поверхности, или же устанавливались под землей, в колодце, закрываемые чугунными крышками.

В очень больших городах полная централизация водоснабжения была нежелательна и невыполнима. Ни один из таких городов не имел единственной централизованной станции водоснабжения. Так, например, Лондон, насчитывавший в 1890 году около 5,66 млн. жителей, имел сеть водопроводных труб в 7660 км длиной, с годовым расходом воды в 290 623 000 куб.м. воды, подаваемой 184 насосными станциями, общей силой в 21659 паровых лошадей, из различных источников. Около половины всего количества воды забиралось из Темзы, 38% из ее притока Леа и подобных источников, а остальное из простых и артезианских колодцев, почти исключительно в восточной части города. В Париже на 2 ½ милл. населения расходовалось в сутки около 500 000 куб.м. воды, что составляло в год около 182,5 милл. куб.м.

Чтобы ознакомиться с деталями водоснабжения посредством колодцев и источников, рассмотрим несколько подробнее устройство водопроводов в Ганновере и Франкфурт на Майне.

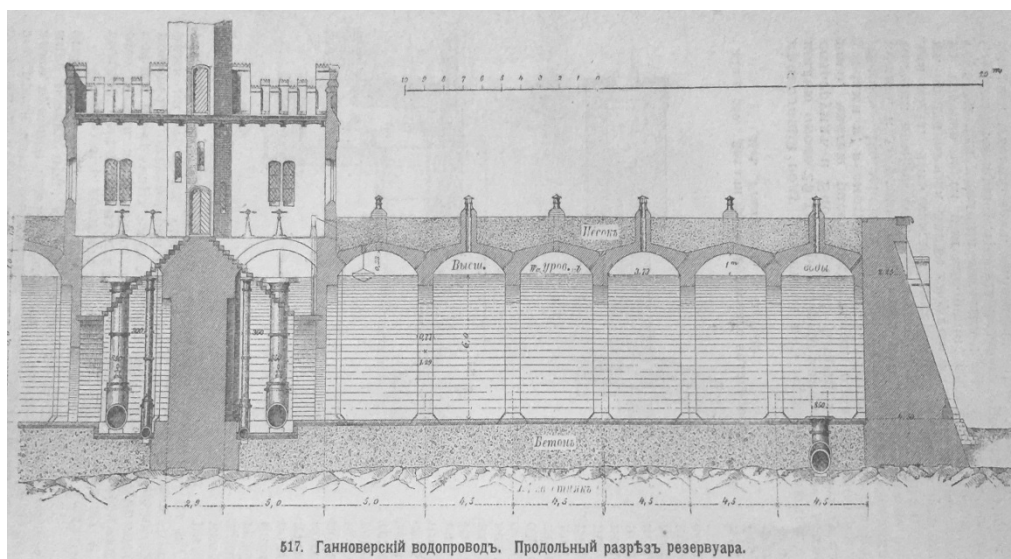


Рис.7. Ганноверский водопровод. Продольный разрез резервуара.

Для Ганновера пользовались водоносным слоем близ деревни Риклигген, где под непроницаемым для воды пластом глины залегал слой хряща, мощностью в 5-6 м., в котором постоянно движется вода, стекающая с соседних возвышенностей. Водопровод, построенный в 1876-78 гг., причем подача воды рассчитывалась на суточный расход в 125 л на человека, при населении в 200 000, кроме того по 25 л на человека доставлялось прежним водопроводом из реки. В водоносном хрящевом слое укладывались поперек течения трубы в 80 см с прорезями; местами с целью осмотра и очистки устраивались колодцы. Труба находилась на глубине 7,7 м под землей и впадала в сборный колодец, глубиной 9,5 м., снабженный разделительной стенкой для задержания песка; из колодца вода поступала в насосы. Две всасывающие трубы, диаметром по 50 см, опускались ниже самого уровня в колодец, насосами вода поднималась вверх по напорным трубам длиной по 2303 м. каждый. Диаметр их был достаточен, чтобы в случае порчи одной трубы всю работу могла выполнять другая. Насосов – три, вертикальных, двойного действия, приводились в движение тремя горизонтальными машинами Вульфа; пар образовывался в 4 ланкаширских котлах с 60 кв. м. поверхностью нагрева каждый. Напорные трубы от насосов опускались на 2 м ниже нулевой отметки станции, а затем непрерывно поднимались вплоть до самого резервуара; уровень воды в последнем на 40,56 м. выше нулевой отметки станции.

Резервуары состояли из двух равных отделений по 1950 кв. поверхности каждое, вмещающих при глубине наполнения в 6 м всего 11 923 куб.м. воды; это составляет около 44% наибольшего суточного расхода в 25 000 куб.м. Стенки резервуара были сложены из сильно обожженного кирпича на цементе, оштукатурены изнутри цементом; резервуар покрывался плоским сводами на столбах, засыпанных сверху слоем песка в 1 м. Два резервуара строились из бетона, толщиной 1-1,1 м. Оба отделения сообщались посредством чугунной трубки дна. Для спуска избытка и для выпуска всей воды при очистке каждого отделения, устанавливали особые трубки, которые соединялись в общую керамическую трубу, отводящая воду в канализационную сеть города Линдена.

Во Франкфурте на Майне, кроме двух водопроводов берущих почвенную воду из Франкфуртского леса и из реки Майн, построен был третий водопровод, берущий воду из горных ручьев. Область этих ключей, площадью около 29 га, разделялся горным хребтом на два округа – Кассельгрунд и Бибергрунд. Ключи текли между слоями песчаника. В местах выхода ключей земля удалялась, чтобы вода текла по чистому камню, и обложена была сводчатыми кирпичными каналами, вода собиралась в камеры. Каждая камера состояла из двух отделений: одна для заслонки, а другая для воды. Из каждой камеры выходили по две цементные трубы. Сборные камеры располагались в местах соединения нескольких каналов. При переходе каналов в чугунные сифоны, также как в местах значительного уменьшения уклона каналов, строились редукционные камеры, в которых менялась скорость.

Для соединения обоих округов через разделяющий их хребет прокладывались две штольни; после их соединения у Гизерборна ключевая вода Шпессарта проводилась чугунными напорными водопроводами, длиной в 7502,6 м., с падением в 10 м в сборный бассейн на вершине Асценгайн, где соединялась с водой ключей Фогельсберга. Бассейн состоял из двух отделений для заслонок и двух камер для воды. Отсюда шла магистраль в город, проложенная через гору Абтсхеге, вышиной 70 м., где стояла башня с вертикальной трубой в 15 м высоты. Это делалось с целью избавить трубопровод от слишком большого напора в случае переполнения, а также для разобщения верхнего и нижнего участков, на случай, если лопнет труба. Трубопровод этот при помощи камеры переходил в кирпичный канал, длиной в 720 м., подающий воду в резервуары на Фриедбергер Варте. Он состоял из трех отделений. Предполагалось, что строился еще и четвертый: отделения разделялись перегородками на камеры длиной в 32,25 м. и шириной 3,2 м., сообщающиеся между собой попеременно то у одного, то у другого конца – чтобы не было застоя. Камеры покрывались цилиндрическими сводами, а сверху них – землею; для вентиляции устраивались отдушины.

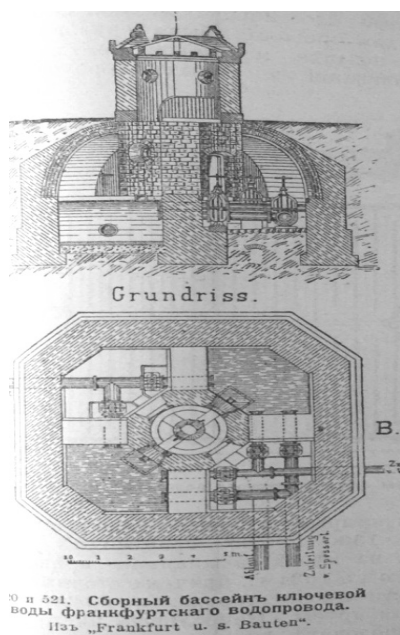


Рис.8. Сборный бассейн ключевой воды франкфуртского водопровода.

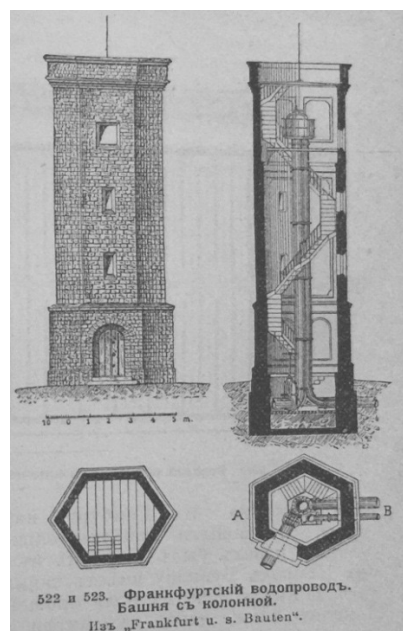


Рис.9. Франкфуртский водопровод. Башня с колонной.

## Список литературы

1. Промышленность и техника. Том 1. /История и современная техника строительного искусства. Полный перевод с 9-го немецкого издания, под ред. проф. В.В.Эвальда, С.-Петербург, 1903 г.

## 19 ƏSRDƏ BÖYÜK ŞƏHƏRLƏRİN SU TƏCHİZATI SİSTEMLƏRİ

**Nağıyev Z.A.,<sup>1</sup> Kərimova G.Ə,<sup>2</sup> Məmmədzadə N.A.<sup>3</sup>**  
*“Azərsu” ASC, “Sukanal” Elmi Tədqiqat və Layihə İnstitutu, Bakı*  
<sup>1)</sup> *zahid.nagiyev@azersu.az*  
<sup>2)</sup> *gulnar.kerimova8989@gmail.com*  
<sup>3)</sup> *nerminkerimova@hotmail.com*

### XÜLASƏ

Məqalədə bəzi Avropa şəhərlərində tikilmiş qədim su təchizatı sistemləri haqqında məlumatlar verilmişdir. Fransada və Almaniyada olan qədim su təchizatı sistemlərin təsviri sxem və şəkillərlə təqdim olunmuşdur.

## THE BIG TOWNS WATER SUPPLY SYSTEM IN 19th CENTURY

**Nagiyev Z.A.,<sup>1</sup> Kerimova G.A.,<sup>2</sup> Mammadzade N.A.<sup>3</sup>**  
*“Azersu” OJSC, “Sukanal” Scientific Research and Project Institute, Baku*  
<sup>1)</sup> *zahid.nagiyev@azersu.az*  
<sup>2)</sup> *gulnar.kerimova8989@gmail.com*  
<sup>3)</sup> *nerminkerimova@hotmail.com*

### SUMMARY

The informations about ancient water supply systems was built in some Europe towns listed in article. Description of ancient water supply systems in Germany and France shown with schemes and pictures.

## **ПРИМЕНЕНИЕ МУЛЬТИБАРЬЕРНОЙ ТЕХНОЛОГИИ ОБЕЗЗАРАЖИВАНИЯ В СИСТЕМАХ ПОДГОТОВКИ ПИТЬЕВОЙ ВОДЫ**

**Волков С.В.; Костюченко С.В., к.ф.-м.н; Левченко Д.А.; Парилов П.С.; Ткачев А.А.**  
*НПО «ЛИТ».*

**Кудрявцев Н.Н.** *член-корреспондент РАН, д.ф.-м.н., профессор, ГОУ ВПО  
«Московский физи-ко-технический институт (государственный университет)».*

В современных условиях источники питьевого водоснабжения (в России поверхностные и подземные водозаборы составляют порядка 70% и 30% соответственно) подвергаются интенсивному антропогенному воздействию, что приводит к их загрязнению и несоответствию качества исходной воды по санитарно – химическим и микробиологическим показателям нормативным гигиеническим требованиям.

Основными причинами микробного загрязнения водоисточников являются: отсутствие нормативно обустроенных зон санитарной охраны, поступление в водоисточники необеззараженных или недостаточно обеззараженных бытовых сточных вод, недостаточно высокая эффективность применяемых технологий обеззараживания воды. В значительной степени это относится к водозаборам из открытых поверхностных водоисточников. Однако относительно защищённые подземные воды также подвержены воздействию микробного загрязнения и могут являться источниками распространения массовых эпидемиологических заболеваний.

### **ОСНОВНЫЕ МЕТОДЫ ОБЕЗЗАРАЖИВАНИЯ**

В настоящее время наиболее распространенными технологиями обеззараживания являются применение химических реагентных (хлорирование, озонирование) или физических безреагентных (ультрафиолет) методов.

Традиционное обеззараживание жидким хлором не позволяет обеспечивать надёжный эффект в отношении устойчивых к воздействию хлора микроорганизмов, таких как вирусы и цисты патогенных простейших [1]. Повышение же доз хлора для большего эффекта обеззараживания приводит к ухудшению органолептических свойств воды. Существенным также является образование побочных продуктов – токсичных галогенсодержащих соединений (ГСС), обладающих выраженной мутагенной и канцерогенной активностью и способствующих возникновению онкологических заболеваний [2]. Государственные нормативы содержания ГСС в питьевой воде имеют жесткие, регламентированные на низком уровне ПДК (скорректированные нормативы опубликованы в Дополнении № 1 к ГН 2.1.5.1315-03 в виде перечня ПДК ГН 2.1.5.2280-07: хлороформ - 0,06 мг/л; четыреххлористый углерод (тетрахлорметан) - 0,002 мг/л; дихлорбромметан - 0,03 мг/л; хлордибромметан - 0,03 мг/л [3]), что уже сейчас создает определенные трудности для станций водоподготовки. Производства хлора и места его хранения являются объектами повышенной опасности и требуют специальных мер безопасности, а зачастую станции водоподготовки расположены уже в черте жилой застройки городов, что создает дополнительные угрозы безопасности населения.

В качестве альтернативы жидкому хлору сейчас широко применяется переход на гипохлорит натрия. Он является менее опасным веществом, что облегчает соблюдение всех необходимых норм безопасности. Гипохлорит натрия является практически столь же сильным дезинфектантом. Но при этом сохраняется возможность образования ГСС и такая же низкая эффективность в отношении вирусов и цист простейших.

Другим вариантом замены является использование хлораминов. Для получения в питьевой воде хлораминов, в большинстве случаев, требуется предварительная аммонизация воды. Помимо того, что хлорамины дольше сохраняются в воде

(продолженный эффект), они при этом в значительно меньшей степени индуцируют образование ГСС. Даже при обработке исходной воды хлораминами, концентрация хлорорганических соединений в питьевой воде, как правило, на порядок ниже нормируемых уровней.

Озонирование также является химическим методом обеззараживания. Озон является сильным окислителем, что обуславливает его высокую дезинфицирующую способность. За счет отсутствия хлора при озонировании не образуются хлорсодержащие соединения, но велика вероятность образования других ГСС (таких как броматы, бромсодержащие тригалометаны, пероксиды) [4]. Необходимо осознавать, что озонирование, прежде всего, применяется как окислительная технология для разложения органических веществ, удаления запахов и привкусов, улучшения условий коагуляции или снижения концентрации побочных продуктов, а собственно обеззараживание озоном является сопутствующим позитивным фактором. Это достаточно дорогая, энергоемкая и сложная технология. К тому же озон не обладает продолжительным действием и требует использования угольных фильтров после озонирования для удаления биоразлагаемых органических соединений в воде, являющихся источниками углерода для бактерий, что, в свою очередь, создаёт предпосылки для вторичного роста микроорганизмов в сетях.

Физический метод обеззараживания воды УФ излучением, за последние десять лет ставший уже традиционным, имеет ряд преимуществ перед другими методами обеззараживания. Бактерицидное УФ облучение инактивирует бактерии, вирусы и цисты простейших. При этом после воздействия УФ в воде не образуются вредных ГСС даже в случае многократного превышения требуемой дозы [5]. Это, в частности, позволяет значительно упростить контроль процесса обеззараживания и не проводить анализы на определение содержания в воде остаточной концентрации дезинфектанта. УФ оборудование компактно, требует минимальных площадей, и обычно легко встраивается в уже существующие водоочистные сооружения без их остановки, с минимальными объемами строительно-монтажных работ. УФ обеззараживанию характерна простота в эксплуатации: требуется только периодическая очистка поверхности кварцевых чехлов и замена ламп по мере выработки ресурса, не требуется применение вспомогательных устройств и специального обслуживающего персонала. Для обеззараживания УФ излучением характерны низкие эксплуатационные расходы, что связано со сравнительно небольшими затратами электроэнергии (в 3-5 раз меньшими, чем при озонировании), отсутствием потребности в дорогостоящих реагентах: жидком хлоре, гипохлорите натрия или кальция. Но УФ обеззараживанию присущ один недостаток, связанный с физической природой процесса, - обеззараживание происходит только в момент облучения, то есть отсутствует эффект последствия.

Благодаря своим преимуществам УФ и получил широкое распространение в России и мире как метод обеззараживания подземных вод, не требующий дополнительных технологий обеззараживания, а также как основной метод обеззараживания в комплексной (мультибарьерной) системе подготовки питьевой воды из поверхностных источников. Основной идеей такого подхода является использование УФ как основного барьера для микробиологических загрязнителей, при этом продолженный эффект обеззараживания обеспечивается дополнительной технологией, например хлорированием гипохлоритом натрия или хлораминами. Это приводит к снижению количества используемого при водоподготовке хлора либо другого хлорагента с сокращением, как следствие, содержания в питьевой воде хлорорганических соединений.

Мультибарьерный подход находит отражение и в нормативных документах других стран. Так в США, где, как и России, в качестве централизованных источников питьевого водоснабжения преимущественно используются поверхностные водоёмы, Агентством по защите окружающей среды США (US EPA) разработан документ The



Long term 2 Enhanced Surface Water Treatment Rule, основным направлением которого является перечень требований и мероприятий, касающихся обеспечения надёжного барьера в отношении цист патогенных простейших. В данном документе для каждой из возможных применяемых технологий очистки и обеззараживания присвоено максимальное значение степени снижения концентрации контролируемых показателей. И для каждой станции водоподготовки подбирается своя технологическая цепочка, обеспечивающая в сумме требуемую степень снижения концентрации, которая зависит от качества источника водоснабжения [6]. В соответствии с этим документом ультрафиолетовое излучение является одним из самых эффективных способов создания такого барьера. Кроме того, одним из требований является также использование не менее двух различных методов обеззараживания для поверхностных водоисточников.

### ПРИМЕРЫ СТАНЦИЙ, ИСПОЛЬЗУЮЩИХ МУЛЬТИБАРЬЕРНЫЙ ПОДХОД.

В централизованной системе питьевого водоснабжения г. Хельсинки (Финляндия) комплексная технология (УФ излучение + хлорирование) применяется с 2000 года. Население г. Хельсинки обеспечивается питьевой водой от двух комплексов очистных сооружений водопровода Vanliakaupuliki производительностью 120 000 м<sup>3</sup>/сут и Pilkakoski производительностью 168 000 м<sup>3</sup>/сут. Источником централизованного водоснабжения является озеро Raijanne. Технологическая схема подготовки питьевой воды (Рис. 1) до внедрения УФ излучения включала реагентное осветление в горизонтальных отстойниках, фильтрацию на скорых песчаных фильтрах, озонирование, фильтрование на сорбционных угольных фильтрах, стабилизационную обработку фильтрованной воды, обеззараживание хлораминами (аммонизация + гипохлорит натрия) [7]. Озонирование, внедрённое на очистных сооружениях в 1979 году, и последующее фильтрование на сорбционных угольных фильтрах (с 1998 года) позволило обеспечить разложение и глубокое удаление органических веществ, снизить значение показателя общий органический углерод до 2 мг/л. Однако биологические процессы в угольной загрузке сопровождались вторичным ростом микроорганизмов. Внедрение УФ оборудования на лампах низкого давления после сорбционных угольных фильтров перед резервуарами чистой воды позволило снизить микробиологические показатели до нормативных требований (снижение общего микробного числа на 3 порядка надёжно обеспечивается при дозе 25 мДж/см<sup>2</sup>) и в сочетании с последующей хлораммонизацией исключить вторичный рост микроорганизмов и образование биоплёнки в разводящих водопроводных сетях.

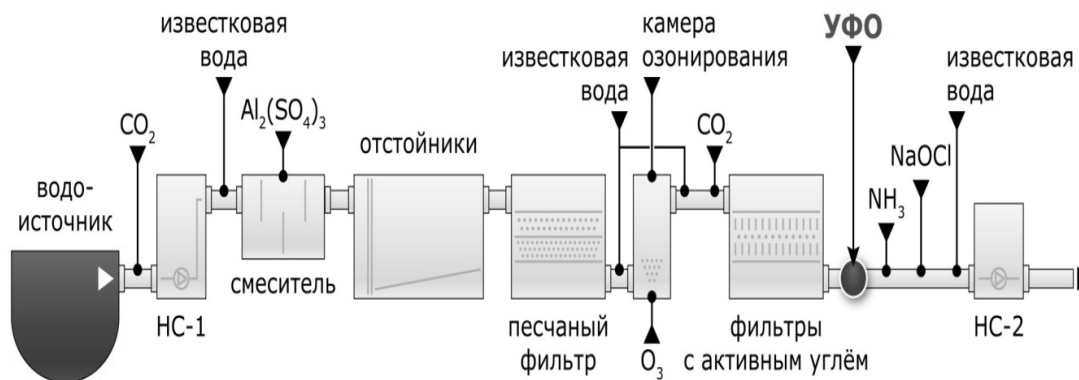


Рисунок 1. Технологическая схема подготовки питьевой воды в г. Хельсинки (Финляндия).

Примером использования комплексной технологии обеззараживания также являются очистные сооружения водопровода Mergi-sur-Oise (Рис. 2), эксплуатируемые в централизованной системе питьевого водоснабжения г. Париж (Франция). Источником водоснабжения является поверхностный водоём - река Oise. Технологическая схема

очистных сооружений включает две линии производительностью: первая 200 000 м<sup>3</sup>/сут, вторая 140 000 м<sup>3</sup>/сут. Первая линия более старая, тогда как на второй линии была реализована прогрессивная схема водоподготовки. Технологическая схема первой линии описывается следующей цепочкой: реагентное отстаивание в горизонтальных отстойниках, фильтрование на скорых песчаных фильтрах, озонирование низкими дозами озона (1-2 мг/л), фильтрование на сорбционных угольных фильтрах, хлорирование гипохлоритом натрия, смешение с потоком питьевой воды от второй технологической линии до резервуаров РЧВ. Подготовка воды на второй технологической линии осуществляется по более современной схеме: реагентное отстаивание в отстойниках со встроенными камерами хлопьеобразования, озонирование низкими дозами озона (1-2 мг/л), фильтрование на скорых песчаных фильтрах. Далее фильтрованная вода обрабатывается на мембранах (последовательно две ступени – ультра и нанофильтрация), подвергается дегазации (декарбонизации). Вода, прошедшая через мембраны, направляется на обеззараживание УФ излучением (Рис. 2), далее смешивается с потоком хлорированной воды после первой технологической линии. Видно, что, даже после применения такой технологии глубокой очистки как нанофильтрация, для обеспечения гарантированного эффекта обеззараживания заключающей стадией является обработка воды УФ. Таким образом, на очистных сооружениях Meri-sur-Oise реализована мультибарьерная технологическая схема, предусматривающая УФ обеззараживание в сочетании с хлорированием после стадий озонирования и мембранной фильтрации.

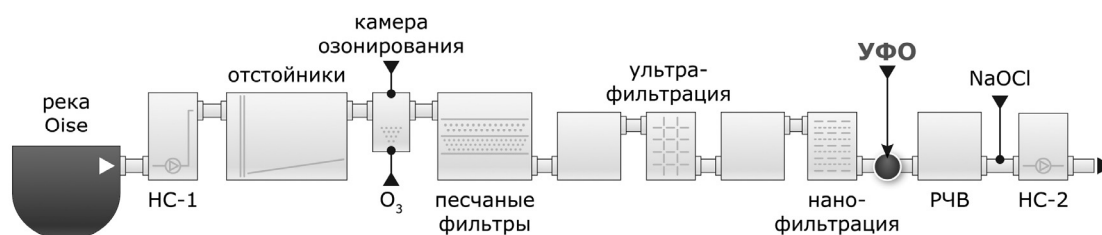


Рисунок 2. Технологическая схема подготовки питьевой воды Meri-sur-Oise в г. Париж (Франция), 2-я технологическая линия.



Рисунок 3. Станция Meri-sur-Oise в г. Париж (Франция). Зал нанофильтрационных модулей (слева) и УФ обеззараживание (справа).

Характерным примером наглядной эффективности использования комплексной многоступенчатой схемы обеззараживания на крупных очистных сооружениях

водопровода России является система питьевого водоснабжения г. Нижний Новгород [8]. Источником централизованного питьевого водоснабжения г. Нижний Новгород являются реки Ока и Волга. Технология подготовки питьевой воды на двух комплексах городских очистных сооружений водопровода (Слудинских), производительностью 120 000 м<sup>3</sup>/сут, и «Малиновая гряда» (Рис. 5), производительностью 200 000 м<sup>3</sup>/сут, включает предварительное озонирование, реагентное отстаивание и фильтрацию на скорых песчаных фильтрах. Комплексная технология обеззараживания (Рис. 4), включающая обработку хлораминами (преаммонизация с последующим хлорированием) и УФ облучение хлорированной воды, эксплуатируется на Слудинской водопроводной станции с 2008, а на водопроводной станции «Малиновая гряда» с 2011 года. УФ станции внедрены на Слудинской водопроводной станции в помещении машинного зала насосной станции на напорных линиях насосов 2-го подъёма в составе трёх установок в вертикальном исполнении типа УДВ 156А-350 (2 рабочих и 1 резервная) и на водопроводной станции «Малиновая гряда» в отдельно стоящем здании на напорных линиях после насосной станции 2-го подъёма в составе трёх установок в вертикальном исполнении типа УДВ 180А-350 (2 рабочих и 1 резервная).

Согласно заключению «Управления Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека по Нижегородской области» заболеваемость вирусным гепатитом «А» в городе существенно снизилась после ввода в эксплуатацию комплексной технологии обеззараживания. Так, до ввода в действие новой технологии в период с 2000 по 2008 год, заболеваемость вирусным гепатитом «А» регистрировалась в отдельные годы в Советском районе от 128 до 159 случаев, в Нижегородском районе – от 111 до 178 случаев, в Приокском районе – от 60 до 90 случаев. После ввода в эксплуатацию новой технологии обеззараживания количество случаев заболевания вирусным гепатитом «А» сократилось соответственно в Советском районе – до 6 случаев в 2009 году и 10 случаев в 2010 году, в Нижегородском районе – за 2009–2010 годы – 13 случаев, в Приокском районе за 2009–2010 годы – 5 случаев заболевания. В 2013 году по всем восьми районам города был зарегистрирован всего 41 случай заболеваний гепатитом А.

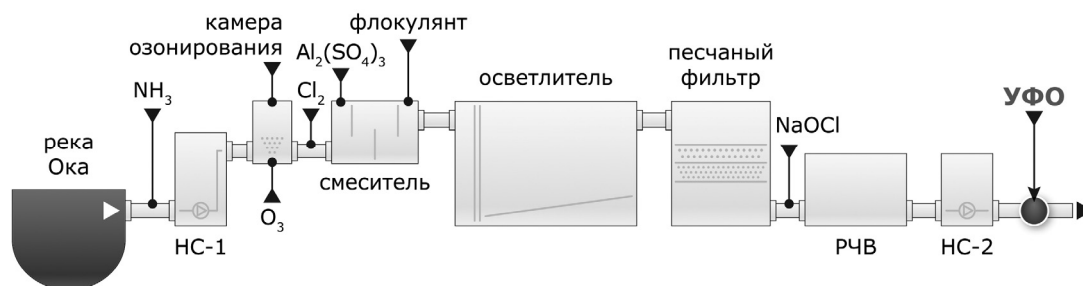


Рисунок 4. Технологическая схема Слудинской станции в г. Нижний Новгород (Россия).

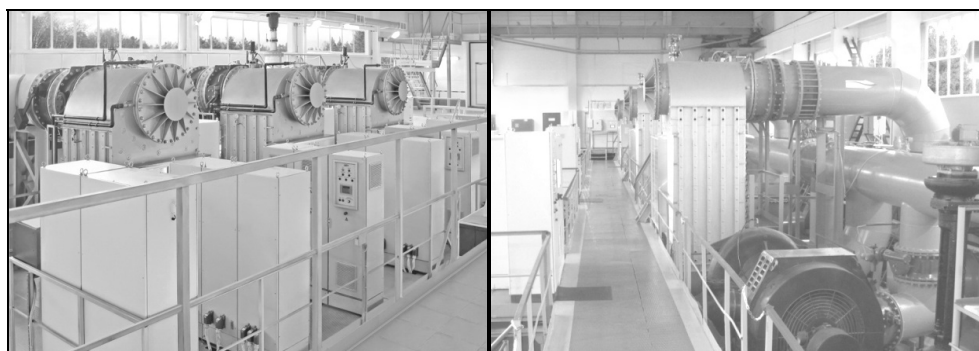


Рисунок 5. УФ оборудование Слудинской станции (слева) и "Малиновой Гряды" (справа).

Одним из наиболее классических примеров применения мультибарьерной технологии является крупнейший в мире каскад станций УФ обеззараживания в г. Санкт – Петербург общей максимальной проектной производительностью до 5,5 млн. м<sup>3</sup>/сут. В 2002 году уровень бактериального загрязнения воды водоисточника (реки Невы) оценивался как очень высокий. Показатель общее микробное число регистрировался в тысячах КОЕ/мл, показатель общие колиформные бактерии – десятки тысяч КОЕ/100 мл, количество спор сульфитредуцирующих клостридий сотни в 20 мл, а концентрация колифагов составляет от десятков до сотен единиц, в пробах воды р. Невы на разных водозаборах обнаруживали антигены вируса гепатита А. В рамках программ модернизации системы водоснабжения города был принят ориентир на обеспечение полной безопасности питьевой воды. Перечень мероприятий включал как мероприятия, направленные на улучшение экологической обстановки в городе (переключение прямых выпусков, повышение эффективности очистки сточных вод, в том числе и использование технологии обеззараживания), так и внедрения дополнительных барьерных технологий для обеспечения эпидемиологической безопасности питьевой воды.

В технологических схемах подготовки питьевой воды на водопроводных станциях города используется реагентное отстаивание с последующей фильтрацией на скорых песчаных фильтрах или одноступенчатое фильтрование на контактных осветлителях (Рис. 6). До внедрения УФ обработки обеззараживание производилось в одну стадию - хлораминами (предварительная аммонизация с последующим хлорированием гипохлоритом натрия осуществлялись посредством ввода реагентов в приёмные камеры водозаборов), что позволяло минимизировать образование побочных продуктов хлорирования.

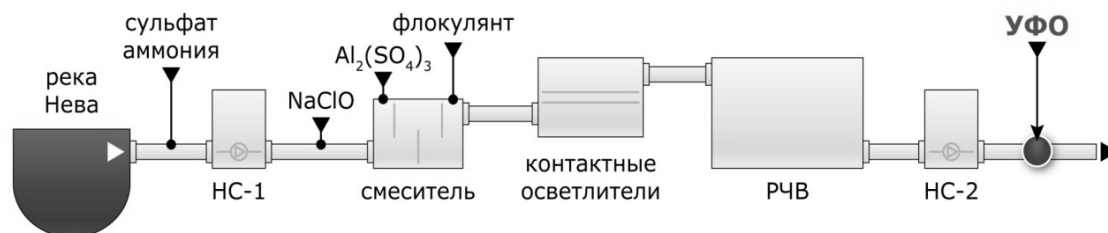


Рисунок 6. Технологическая схема Северной водопроводной станции г. Санкт-Петербурга (Россия).

После проведения цикла технологических исследований и опытно-промышленных испытаний комплексная технология обеззараживания, сочетающая предварительную хлораммонизацию и УФ обработку фильтрованной воды перед подачей её потребителям, первоначально была реализована в течение 2003 – 2004 годов на Главной водопроводной станции производительностью 865 000 м<sup>3</sup>/сут. НПО «ЛИТ» были разработаны сверхмощные высокопроизводительные УФ-установки типа УДВ-216А общим количеством 14 шт. под конкретные проектные решения. УФ установки были внедрены в машинных залах 4-7 насосной станции 2-го подъёма [9].

На основании успешной реализации в промышленном исполнении комплексной технологии обеззараживания на ГВС, ГУП «Водоканалом Санкт-Петербурга» была принята и реализована в 2004-2008 гг. программа внедрения УФ технологии на всех станциях подготовки питьевой воды г. Санкт-Петербурга: Волковской, Южной, Северной, Колпинской, Кронштадской, а также на повысительных насосных станциях: Московской, Фрунзенской, Муринской, Кушелевской.

Эффективность технологии комплексного обеззараживания воды с применением химического (хлораммонизация) и физического (УФ обработка) методов подтверждается не только отсутствием превышений по микробиологическим и вирусологическим

показателям, но и данными Управления Роспотребнадзор по городу Санкт-Петербурга по заболеваемости вирусным гепатитом «А», которая снизилась с 124 случаев на 100 тыс. человек в 2004 году, до 3,3 случаев на 100 тыс. человек в 2011 году.

Внедренная в Санкт-Петербурге схема стала крупнейшей на тот момент в мире комплексной системой обеззараживания. Аналогичная схема была реализована в Нью-Йорке (США) лишь в 2013 году.

#### **ВЫВОД.**

Ввиду недостатков, присущих традиционным реагентным методам обеззараживания, таким как хлорирование, получает широкое распространение мультибарьерный или комбинированный подход к обеззараживанию, включающий в себя сочетание обеззараживания ультрафиолетом и гипохлоритом натрия или хлораминами. Ультрафиолет обеспечивает основное обеззараживание с гарантированным эффектом по вирусному загрязнению и цистам простейших, тогда как хлорирование предназначено для создания пролонгированного эффекта обеззараживания и поддержания санитарного состояния сетей. Снижение потребления хлорсодержащих реагентов приводит к снижению образования галогенсодержащих соединений в питьевой воде.

Правильность и перспективность такого подхода подтверждается многочисленными реализованными станциями водоподготовки как в России, так и за рубежом.

#### **Список литературы**

1. Онищенко Г. Г. Эффективное обеззараживание воды – основа профилактики инфекционных заболеваний // Водоснабжение и санитарная техника. 2005. № 12, ч. 1. С. 8-12.
2. Калашникова Е. Г., Арутюнова И. Ю., Горина Е. Н., и др. Исследование различных технологических приемов, направленных на снижение содержания хлорорганических соединений в обрабатываемой воде // Сборник тезисов. Яковлевские чтения-I. М: «ДАР\ВОДГЕО», 2006. С. 22.
3. Гигиенические нормативы ГН 2.1.5.2280-07. «Предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования»
4. Zoeteman B. C. J., Hrubec J., de Greef E., etc. Mutagenic activity associated with by-products of drinking water disinfection by chlorine, chlorine dioxide, ozone, and UV irradiation // Environmental Health Perspectives. 1982. V. 46
5. Haider Th., Sommer R., Knasmüller S., etc. Evaluation of genotoxic and mutagenic effects in drinking water samples treated with medium pressure and low pressure UV-lamps. CDRM Proceedings 2nd International Congress on Ultraviolet Technologie. – Vienna, Austria (July 9–11, 2003), International Ultraviolet Association.
6. U.S. Environmental Protection Agency. Long Term 2 Enhanced Surface Water Treatment Rule.
7. Ультрафиолетовые технологии в современном мире: Коллективная монография / Кармазинов Ф. В., Костюченко С. В., Кудрявцев Н. Н., Храменков С. В. (ред.)– Долгопрудный: Издательский Дом «Интеллект», 2012.
8. Павлов А. А., Дзиминскас Ч. А., Костюченко С. В., и др. Современные технологии подготовки питьевой воды на Слудинской водопроводной станции Нижнего Новгорода. // Водоснабжение и санитарная техника. – 2010. - №1, – С. 10-16.
9. Кинебас А. К. Внедрение обеззараживания воды гипохлоритом натрия и ультрафиолетовым облучением в системах водоснабжения и водоотведения Санкт-Петербурга // Водоснабжение и санитарная техника. 2005. №12, ч. 1. С. 16 – 20.

## DAĞLIQ ƏRAZILƏRDƏ ZONALI SU KƏMƏRİ ŞƏBƏKƏSİNİN TEXNİKİ-İQTİSADİ SƏMƏRƏLİLİYİNİN ƏSASLANDIRILMASI

**Hüseynzadə M.T.**

*“Azərsu” ASC, “Sukanal” Elmi-Tədqiqat və Layihə İnstitutu, Bakı şəh.,  
mr.mammad@mail.ru*

Azərbaycan Respublikasının şimal, cənub və qərb hissəsində yaşayış məntəqələrinin bir qismi dağlıq ərazilərdə yerləşmişdir. Belə yaşayış məntəqələrində dayanıqlı su kəməri şəbəkələrinin layihələndirilməsi və optimal həlli üsullarının seçilməsi çox aktual bir problemdir.

Hazırda tətbiq olunan şəbəkələrin əsas 3 sxemi vardır:

Klassik, zonalı və əks çənli.

Bu sxemlərdən hansının sərt relyefli ərazilərdə tətbiq olunmasını iqtisadi və istismar eləcədə tələbatçıların su ilə fasiləsiz və normal təmin olunması baxımından daha əlverişli variantın təyin edilməsi qeyd olunan problemin həllinə kömək edə bilər.

Hər hansı yaşayış məntəqəsinin və ya obyektin su təchizatı sistemini layihələndirərkən bütün tələbatçılara vahid sistem vasitəsilə xidmət etmək məqsədilə ilk növbədə ərazinin relyefi çox diqqətlə öyrənilməli və mümkün variantlar nəzərdən keçirilməlidir.

Su kəməri şəbəkələrinin layihələndirilməsi zamanı məntəqələrdəki boruların diametrlərinin iqtisadi cəhətdən sərfəli qiymətə uyğun həddə yaxın olması üçün hər bir məntəqənin müstəqil fəaliyyət göstərdiyi qəbul edilir. Buna görə də hesabatın hansı üsulla aparılmasından asılı olaraq istifadə olunan boruların diametrlərinin seçilməsi üçün mütləq həmin məntəqənin hesabi su sərfi məlum olmalıdır.

İqtisadi cəhətdən sərfəli diametr anlayışı supaylaşdırıcı şəbəkənin və II qaldırıcı nasos stansiyasının paralel işi nəzərdə tutulur. Boruların diametrlərinin böyük qəbul edilməsi isə basqı material xərclərinin, kiçik qəbul edilməsi isə basqı itkilərinin çoxalması ilə əlaqədar, enerji xərclərinin (istismar xərclərinin) artmasına səbəb olur. Buna görə də ümumi xərclərin ən kiçik qiymətinə uyğun gələn diametr iqtisadi cəhətdən sərfəli diametr adlanır [1].

Hazırkı dövrdə innovasiya texnologiyalarının inkişafı ölkənin ümumi iqtisadi inkişafı üçün mühüm əhəmiyyətə malikdir.

Təcrübələr göstərir ki, istənilən obyektin su təchizatında vahid sistemdən istifadə edilməsi həm iqtisadi, həm də istismar cəhətdən çox əlverişlidir. Belə ki, vahid sistem qəbul edildikdə sistemə daxil olan bütün qurğular arasındakı qarşılıqlı əlaqələr nəzərə alınır və sistem bütöv bir kompleks şəklində layihələndirilir. Bu halda avadanlıq və qurğulara çəkilən xərclər xeyli azalır, onların idarə olunması işləri bir qədər asanlaşır. Lakin bəzi hallarda elə yaşayış məntəqələrinə təsadüf edilir ki, onun planlaşdırılmasından, yerin relyefindən asılı olaraq tələbatçıların yerləşdiyi səviyyələr arasında çox böyük fərq yaranır və nəticədə suyu müxtəlif həndəsi yüksəkliklərə qaldırmaq lazım gəlir.

Məlum olduğu kimi, supaylaşdırıcı sistemlər basqı və sərfə görə layihələndirildiyindən tələb olunan basqının qiyməti şəbəkənin başlanğıc nöqtəsindən ən uzaqda və yüksəkdə yerləşmiş «böhran» nöqtəsində sərbəst təsərrüfat basqısının qiymətinə əsasən hesablanır. Eyni zamanda qəbul edilmişdir ki, aşağı basqılı su kəməri şəbəkələrində sutkanın istənilən saatında bu basqı 60 m-dən böyük olmamalıdır. Bu onunla izah edilir ki, aşağı basqılı şəbəkələrin tikintisində istifadə olunan armatur və fasonlu hissələr 60 m basqıya hesablandığından şəbəkədə artıq basqının yaranması su kəmərinin istismarında əlavə çətinliklərin meydana çıxmasına səbəb ola bilər [2].

Su təchizatı sistemləri ardıcıl və paralel olmaqla iki sxem üzrə zonalara ayrılır:

Ardıcıl zonalı sistemlərin hesablanması (şəkil 1.)  $Q = Q_I + Q_{II}$  su sərfi ilk növbədə aşağıdakı səviyyədə yerləşmiş birinci zonaya daxil olur.  $Q_I$  sərfi birinci zona üçün nəzərdə tutulduğundan yalnız bu zonanın şəbəkəsi boyunca paylaşdırılır.  $Q_{II}$  sərfi isə daha yüksəkdə

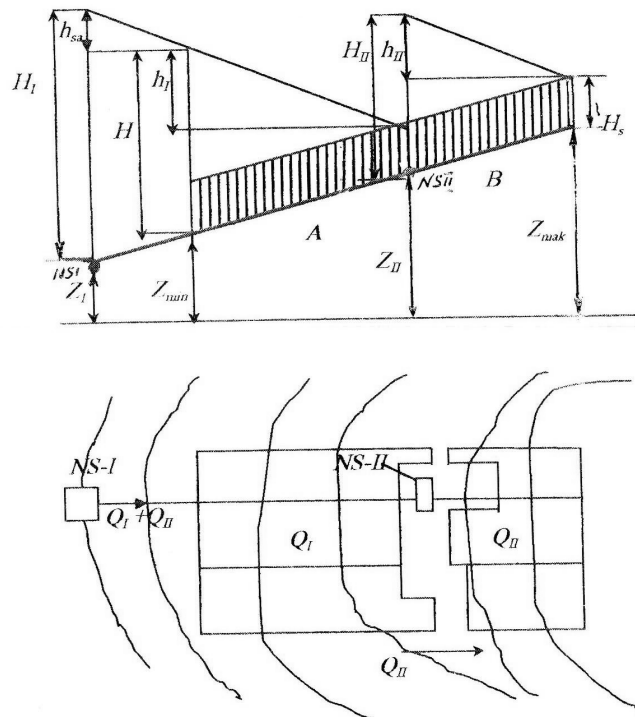
yerləşmiş ikinci zona üçün nəzərdə tutulduğundan tranzit sərf kimi birinci zona boyunca hərəkət edərək ikinci zonaya daxil olur [3].

Ardıcıl zonalara ayrılmış sistemlərin səciyyəvi cəhəti ondan ibarətdir ki, bu sistemlərdə suqaldırıcı nasos stansiyalarının sayı zonaların sayına bərabər qəbul edilir. Suqaldırıcı nasos stansiyanın məhsuldarlığı ondan sonra yerləşən zonaların su sərfələrinin cəminə, nasosların basqısı isə yalnız nasos stansiyadan sonra yerləşmiş birinci zonanın tələb etdiyi basqının qiymətinə görə təyin edilir.

Şəkil 1-dən görüldüyü kimi I nasos stansiyası həm birinci, həm də ikinci zonasının tələb etdikləri su sərfələrini nəql etdirdiyindən məhsuldarlığı  $Q_I + Q_{II}$  -ə bərabər olur.

Birinci nasos stansiyasının tam basqısı təkcə birinci zona üçün nəzərdə tutulduğundan basqının hesabi qiyməti  $H_I$  –dir. II nasos stansiyası isə yalnız ikinci zonaya xidmət edir. Buna görə də bu stansiyanın məhsuldarlığı  $Q_{II}$  nasosların tam basqısı  $H_{II}$ -dir.

Ardıcıl zonalı sistemlərdə iki zona arasında rezervuar yerləşdirilir. Bu rezervuar birinci zona üçün əks rezervuar, ikinci zona üçün qidalandırıcı su mənbəyi rolunu oynayır.



Şəkil 1. Ardıcıl zonalı sistemin hesablanma sxemi

Ardıcıl zonalara ayrılmış sistemlərin nöqsan cəhəti hər bir zona üçün müstəqil nasos stansiyasının tikilməsidir. Təbiidir ki, bu halda tikinti xərcləri ilə bərabər, həmin stansiyalara xidmət göstərən əlavə işçi heyətin saxlanılmasına çəkilən istismar xərcləri də artır. Eyni zamanda bu sistemlərin etibarlılığı paralel zonalara ayrılmış sistemlərin etibarlılığından bir qədər azdır.

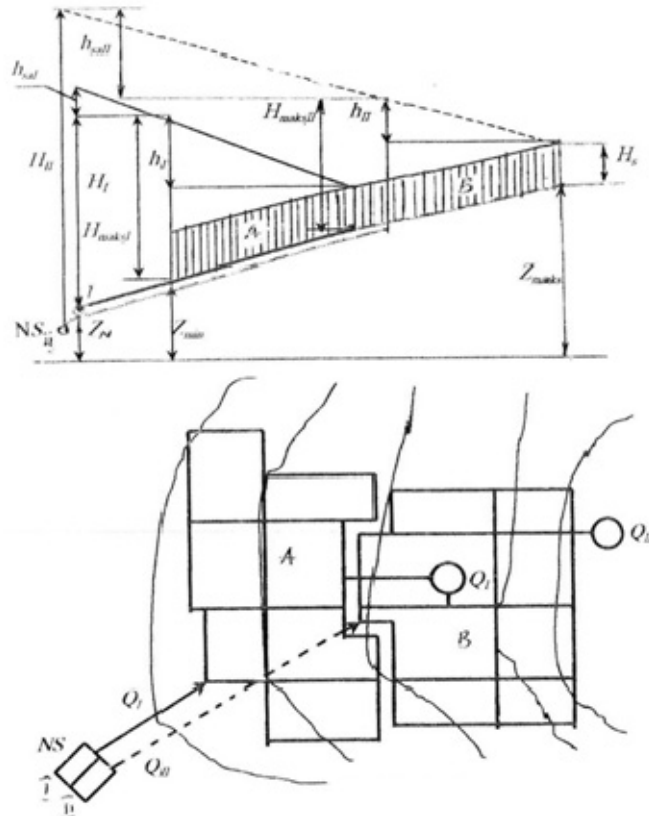
Dağlıq relyefə malik ərazilərdə salınmış yaşayış məntəqələrində, həmçinin az və çoxmərtəbəli binalar tikilmiş yaşayış məntəqələrində «böhran» nöqtəsi üçün «təminatlı» basqı yaradıldıqda, şəbəkənin başlanğıc nöqtələrində, xüsusilə ərazinin aşağı səviyyələrində 60 m –dən artıq basqı yaranır. Buna görə də belə obyektlər üçün elə supaylaşdırıcı sistem layihələndirilməlidir ki, iqtisadi cəhətdən sərfəli olmaqla bərabər tələbatçıların bütün sutka ərzində tələb olunan basqı altında, tələb olunan miqdarda su ilə fasiləsiz təmin edə bilsin. Bu şərtlər iqtisadi cəhətdən sərfəli olmadığından su ilə təchiz edilən obyektin ərazisini iki və ya bir neçə yüksəklik zonasına ayırmaq daha əlverişli variant hesab edilir.

Zonaların sayı və planda onların sərhədləri nivelir qiymətləri, həmçinin hər bir zonaya məxsus şəbəkənin tələb etdiyi basqılar arasındakı fərqdən və ərazinin planlaşdırılmasından asılı olaraq təyin edilir.

Su təchizatı sistemini zonalara ayırmaqla suyun şəbəkəyə nəql etdirilməsi üçün enerji sərfi və əlavə vasitələrə çəkilən xərcləri xeyli azaltmaq mümkün olsa da, tikinti xərclərinin artacağını da hökmən nəzərə almaq lazımdır.

Paralel zonalı sistemlərin hesablanması  $Q_I$  sərfi  $A$  zonası üçün nəzərdə tutulduğundan yalnız bu zonanın şəbəkəsi boyunca paylaşdırır.  $Q_{II}$  sərfi isə  $B$  zonası üçün nəzərdə tutulduğundan yalnız bu zonanın şəbəkəsi boyunca paylaşdırır. Çünki paralel zonalar ayrılmış sistemlərdə hər bir zonaya su müstəqil suaparıcı boru ilə nəql etdirildiyindən, sistemin etibarlı fəaliyyət göstərməsi üçün ehtimal nisbətən yüksək olur (şəkil 2).

Paralel zonalar ayrılmış sistemlərin nöqsan cəhəti əlavə suaparıcı boruların qəbul edilməsi ilə əlaqədar tikinti xərclərinin yüksək olmasıdır. Buna görə də tələb olunan şəraitlərdə hansı zonalı sistemin tətbiqi texniki – iqtisadi mülahizələrlə əsaslandırılmalı və ən sərfəli variant seçilməlidir. Bu sistemlərdə zona ilə nasos stansiyası arasındakı məsafədən asılı olaraq bəzi hallarda suaparıcı borularda basqı 60 m-dən çox alınə bilər. Lakin artıq basqı yol boyu və yerli müqavimətlərin dəf edilməsinə sərf olunduğundan, adətən şəbəkənin başlanğıcında basqı 60 m-dən yüksək olmur.



Şəkil 2. Paralel zonalı sistemin hesablanma sxemi

Su kəməri şəbəkələri yalnız xüsusi şəraitlərdə zonalarə ayrılır. Adətən şəbəkənin zonalarə ayrılması nəticəsində nasos stansiyalarının ümumi gücü adi şəbəkələrə nisbətən əksər hallarda kiçik alınır. Bu isə öz növbəsində suyun tələb olunan yüksəkliklərə qaldırılması üçün enerji sərfini və uyğun olaraq istismar xərclərini xeyli dərəcədə azaltmağa imkan verir.

Əksər hallarda su kəməri tikintilərində iqtisadi amil digər göstəricilərə nisbətən ön plana çəkildiyindən, şəbəkənin bəzi nöqtələrində basqının yol verilə bilən qiymətdən çox alınmasına o dərəcədə əhəmiyyət verilmir. Lakin şəbəkəni zonalarə ayırmaq lazım gəldikdə, bütün ərazi boyunca basqının tələb olunan qiyməti hökmən yol verilə bilən qiyməti ilə müqayisə edilməlidir.



Ardıcıl zonalı su təchizatı sistemlərində nasosların və basqılı – tənzimləyici qurğuların hesabatı bilavasitə «böhran» nöqtəsinə görə yerinə yetirilir. Əksər hallarda bu nöqtə şəbəkənin başlanğıc nöqtəsindən ən uzaqda yerləşdiyindən mərkəzləşdirilmiş vahid sistemlərə xidmət edən nasosların tam basqısı zonalara ayrılmış sistemlərə xidmət edən nasosların tam basqısından böyük olur. Məhz buna görə də zonalı sistemlərdə suyun qaldırılmasına sərf olunan enerji sərfi vahid sistemlərdə suyun qaldırılmasına sərf olunan enerji sərfi vahid sistemlərdə istifadə olunan enerji sərfindən həmişə azdır.

Mövcud su kəmərlərinin işinin təhlili onu göstərir ki, dağlıq ərazilərdə salınmış yaşayış məntəqələrinin su kəmərlərində istifadə olunan elektrik enerjisinə çəkilən xərclər digər şəraitlərə nisbətən həmişə çoxdur.

Əgər sistem enerji xərclərinin azaldılması məqsədilə iqtisadi mülahizələrə əsasən zonalara ayrılırsa, zonaların iqtisadi cəhətdən əlverişli sayı sistemin tikinti və istismar xərclərini nəzərə alan gətirilmiş xərclərin ən minimum qiymətinə uyğun gəlməlidir.

Təhlilin nəticələrin göstərir ki, enerji xərcləri, su kəmərinin məhsuldarlığı və xidmət göstərilən ərazilərdə yer səviyyələri arasındakı fərq artıqca, zonaların iqtisadi cəhətdən əlverişli sayı da artır, yəni şəbəkəni daha çox zonalara ayırmaq tələb olunur. «Zonanın yüksəkliyi»nin hesabi qiyməti isə su sərfi və enerji sərfələrinin artması müqabilində azalsa da, obyektin hüdudları daxilində yer səviyyələri arasındakı fərq artdıqca o da artır.

Zonanın qəbul edilən yüksəkliyə olduqca müxtəlif amillər təsir göstərdiyindən onun iqtisadi cəhətdən sərfəli qiyməti çox geniş hədudda dəyişə bilər. Su sərfi az olan kiçik yaşayış məntəqələrində enerji xərclərinin miqdarından asılı olaraq zonanın yüksəkliyi 60 – 100 m və bəzən də daha çox ola bilər. İri şəhərlərdə zonanın yüksəkliyinin iqtisadi cəhətdən sərfəli qiyməti 25 – 40 m həddində olur.

Buradan belə nəticəyə gəlmək olar ki, zonaların sayı kiçik yaşayış məntəqələrində texniki mülahizələrə (şəbəkədə basqının yol verilə bilən qiymətinin təmin edilməsi), iri şəhərlərdə isə iqtisadi mülahizələrə görə təyin edilməlidir.

Zonanın sxeminin seçilməsi, ərazinin yəni ardıcıl və ya paralel qəbul edilməsi əsasən şəbəkənin konfigurasiyası və ərazinin relyefindən asılıdır.

Təcrübələr göstərir ki, yaşayış məntəqəsi horizontallar boyunca salındıqda şəbəkəni paralel zonalara ayırmaq daha əlverişlidir. Bu halda nasos stansiyasını müstəqil zonalarla birləşdirən suaparıcı boruların ümumi uzunluğu azalır. Əksinə, yaşayış məntəqəsi horizontallara perpendikulyar istiqamətdə salındıqda şəbəkəni hökmən ardıcıl zonalara ayırmaq lazımdır.

Zonalı sistemlərin hidravliki hesabatı adi qaydada yerinə yetirilir. Lakin bu halda aşağı zonada yerləşmiş şəbəkənin hesabatı zamanı onun yuxarı zonalarla əlaqəli fəaliyyət göstərdiyi nəzərə alınmalıdır.

Bəzi özünəməxsus basqılı sistemlərdə, yəni su mənbəyi (basqılı ehtiyat rezervuarları) yaşayış məntəqəsindən yüksəkdə yerləşdikdə suaparıcı boruların şəbəkəyə yaxın nöqtələrində və uyğun olaraq şəbəkənin başlanğıc nöqtəsinə yaxın məntəqələrdə basqı yol verilə bilən qiymətdən böyük alınır. Texniki mülahizələrə görə buna icazə verilmədiyindən, aralarında rezervuar qəbul etməklə şəbəkəni bir və ya bir neçə qarşılıqlı zonaya ayırmaq lazım gəlir. Bu halda rezervuarlar şəbəkədə yaranan artıq basqının təsirini azaltmaq üçün qəbul edildiyindən «basqısöndürücü» rolunu oynayır. Adətən belə sxemlərdən dağlıq ərazilərdə salınmış yaşayış məntəqələrinin su təchizatı sistemlərində istifadə olunur.

#### Ədəbiyyat siyahısı

1. Kəngərli A.C. Kənd təsərrüfatı su təchizatı və əraziyə su çıxarılması. Bakı.: Ti –Media şirkətinin mətbəəsi, 2010, s.78-90
2. Mahmudov R.S. Su kəməri şəbəkələri. Bakı.: Memar Nəşriyyat – Poliqrafiya, 2006, s. 240

3. Андрияшев М.М. Гидравлические расчеты водоводов и водопроводных сетей. М.: Стройиздат, 1964, 215 с
4. <http://www.house-watter.ru>

## **ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ЗОНАЛЬНЫХ СИСТЕМ ВОДОСНАБЖЕНИЯ В ГОРНЫХ РАЙОНАХ**

**Гусейнзаде М.Т.**

*ОАО “Азерсу”, Научно-Исследовательский и Проектный Институт “Суканал”, Баку  
mr.mammad@mail.ru*

### **РЕЗЮМЕ**

В настоящее время развитие инновационных технологий имеет очень важную роль в системах водоснабжения страны. В статье конкретно для одного жилого района дан анализ технико-экономических показателей классической и разделенной на зоны водопроводной сети, показаны их положительные и отрицательные стороны.

## **SUBSTANTIATING OF THE TECHNICAL AND ECONOMIC ADVANTAGES OF ZONED SYSTEMS IN TERRAINS WITH STEEP RELIEF**

**Huseynzade M.T.**

*“Azersu” OJSW, “Sukanal” Scientific Research and Design Institute, Baku  
mr.mammad@mail.ru*

### **SUMMARY**

Nowadays, advancement of innovative technologies is of crucial importance for overall economic development of the country. The article is devoted to analysis of technical and economic indicators of traditional and zoned water supply systems in one particular residential area thereby elaborating on their advantages and disadvantages.

## **ПРЕДОТВРАЩЕНИЕ СМЕЩЕНИЯ ГРАВИЙНЫХ СЛОЕВ В ФИЛЬТРОВАЛЬНЫХ СООРУЖЕНИЯХ**

**Новиков М.Г.**

*Акционерное Общество «ЛенВодоканалПроект», г. Санкт-Петербург*

Как известно, в традиционных конструкциях безнапорных фильтровальных сооружений большой площади промывка зернистой загрузки преимущественно осуществляется путем ее расширения в восходящем потоке воды. Практически с начала применения этих сооружений выявилась неравномерность распределения промывной воды по их площади, приводящая при наличии гравийных слоев к их неизбежному (с большей или меньшей скоростью по времени) смещению. В результате смещения снижалась эффективность промывки и, как следствие, ухудшалось качество очистки и сокращалась продолжительность фильтроцикла.

Все это убедительно свидетельствует, что одним из важнейших условий нормальной работы фильтровальных сооружений является обеспечение равномерного распределения воды по площади загрузки на протяжении всего периода промывки. Однако поиск решения данной задачи оказался весьма сложным, и не будет большим преувеличением отметить, что развитие фильтрации на протяжении многих десятилетий было неизменно связано с изучением закономерностей распределения промывной воды, определением совокупности факторов, приводящих к возникновению неравномерной промывки.

Одним из первых, кто указал на специфические особенности гидродинамики заиленных фильтрующих загрузок как на основную причину смещения гравийных слоев, был Д.М.Минц [1]. На основании выполненных под его руководством исследований было показано, что гидродинамическая неустойчивость заиленной фильтрующей загрузки в процессе промывки обусловлена ее неравнопрочностью по площади сооружения. Последнее обстоятельство, соответственно, вызывает и неравномерную деформацию слоя загрузки в процессе ее расширения в восходящем потоке воды. При деформации загрузки (то есть при ее прорыве) сопротивление движению воды резко падает, что выражается характерным для гидродинамически неустойчивой системы так называемым "горбом" (см. рис. 1).

В момент прорыва загрузки имеет место перераспределение потоков воды по площади, причем основная их часть устремляется в место прорыва (то есть в место пониженного сопротивления). Перераспределение потоков промывной воды сопровождается циркуляцией фильтрующего материала. Мелкие зерна загрузки, находящиеся в верхней ее части, отбрасываются в зону пониженных скоростей, а крупные гранулы, находящиеся в нижней части загрузки, перемещаются из зоны пониженных скоростей в зону прорыва. В этом, согласно теории Д.М.Минца, и заключается механизм горизонтального смещения гравийных слоев.

Наоборот, отсутствие "горба" на кривой (см. рис. 1) при промывке незагрязненной загрузки свидетельствует, что она промывается в гидродинамически устойчивом режиме, то есть режиме, при котором не происходит смещение гравийных слоев.

На основании дальнейшего изучения гидродинамических свойств фильтрующих загрузок при их расширении в потоке промывной воды Е. А. Барановым был предложен новый подход к расчету распределительных систем.[2]

Сущность предложенного им метода заключается в том, что для исключения возможности возникновения значительной неравномерности распределения потока промывной воды необходимо, чтобы суммарное сопротивление на пути движения потока, складывающееся из сопротивления отверстий в распределительной системе и

сопротивления загрузки, непрерывно возрастало в процессе промывки с увеличением ее интенсивности (см. рис. 2).

То есть, согласно Е. А. Баранову, производная  $dh/dq$  (где:  $h$  - мгновенное значение потери напора в загрузке и в отверстиях распределительной системы;  $q$  - мгновенное значение интенсивности промывки) должна быть положительной при любых значениях интенсивности промывки в процессе изменения ее от нуля до заданного значения.

Выполнение данного условия должно было обеспечить гидродинамическую устойчивость для всего комплекса в целом (отверстия распределительной системы - загрузка).

На основании этого, для предотвращения смещения гравийных слоев в фильтровальных сооружениях Е.А.Барановым было рекомендовано использовать только распределительные системы большого сопротивления, то есть системы, в которых общая площадь отверстий в распределительных трубах составляет 0,2-0,5 % от площади фильтрации.

Данная рекомендация вошла во все соответствующие нормативные документы, в том числе и действующий СНиП 2. 04. 02-84.[3]

Вместе с тем, опыт эксплуатации фильтровальных сооружений убедительно показал, что даже наличие распределительных систем большого сопротивления не исключает смещения гравийных слоев.

Последнее обстоятельство свидетельствовало о том, что теоретические предпосылки Д.М.Минца и Е. А. Баранова не полностью раскрывали всю совокупность факторов, приводящих к возникновению неравномерной промывки.

Дальнейшими работами, выполненными под руководством М.Г. Новикова, была установлена важная роль конструкции напорных каналов на процесс распределения воды по площади фильтровальных сооружений. Было показано, что из-за струйности поступления промывной воды в напорный канал первые по ходу трубы распределительной системы оказываются в зоне пониженного давления, и вода в них из напорного канала либо не поступает, либо поступает в недостаточном количестве.

Соответственно, загрузка над первыми по ходу воды трубами недостаточно расширяется и отмывается.

Для того, чтобы обеспечить равномерность поступления промывной воды в распределительные трубы, было рекомендовано оборудовать напорный канал перфорированным трубопроводом для принудительного распределения воды по его длине (см. рис.3) [4].

Для реализации данного предложения было разработано несколько модификаций фильтровальных сооружений с принудительным распределением воды по длине напорных каналов. Учитывая практическую важность этого решения, новые конструкции фильтровальных сооружений были защищены не только авторскими свидетельствами СССР, но и патентами США, Германии, Финляндии. Швеции.[5,6,7,8]

Внедрение разработанных фильтровальных сооружений на водоочистных станциях в Санкт-Петербурге, Мурманске. Череповце и др. в полном объеме подтвердило правильность принятого решения: промывная вода одновременно и под одинаковым давлением поступала из напорного канала в трубы распределительной системы, продолжительность промывки -сокращалась до 5,0-5,5 минут при высоком качестве отмывки загрязнений и их выносе из фильтра

Вместе с тем, и это решение, хотя и снижало по времени степень смещения гравийных слоев, однако, также не позволяло полностью исключить процесс смещения.

На основании анализа работ в области промывки фильтровальных сооружений, а также специально выполненных автором исследований был разработан принципиально новый подход к решению проблемы предотвращения смещения гравийных слоев. Этот

подход дал возможность не только учесть совокупность всех факторов, приводящих к возникновению неравномерной промывки, но и позволил сформулировать необходимое требование к распределительной системе, состоящей из многих распределительных элементов (напорный канал, трубы распределительной системы, гравийные поддерживающие слои и фильтрующая загрузка). Это требование заключается в том, что система в целом только тогда является гидродинамически устойчивой, когда напорно-расходная характеристика каждого элемента этой системы, снятая во время промывки, представляет собой непрерывно возрастающую (то есть без каких-либо "горбов") функцию. В этом плане для обеспечения гидродинамической устойчивости системы необходимо, в первую очередь, перед подачей восходящего потока воды в заиленную загрузку оторвать каким-либо способом от зерен загрузки ранее задержанные хлопья с тем, чтобы они практически не оказывали сопротивления движению воды. То есть, по существу, необходимо разрушить силы сцепления в заиленном слое загрузки, обеспечив, тем самым, возможность ее дальнейшей промывки восходящим потоком воды в гидродинамически устойчивом режиме.

Наиболее полно данное положение реализуется при использовании водо-воздушной промывки фильтровальных сооружений, когда подаваемый на первом этапе воздух, барботируя загрузку, не только отрывает от ее зерен ранее задержанные загрязнения, но и, в определенной степени, их диспергирует. После барботажа воздухом уже на следующем этапе промывки восходящим потоком воды напорно-расходная характеристика загрузки представляет собой непрерывно возрастающую функцию, что свидетельствует о ее гидродинамической устойчивости (см. рис. 1).

И, действительно, опыт применения водо-воздушной промывки убедительно показал, что она полностью исключает возможность смещения гравийных слоев, в результате чего, соответственно, повышается надежность и стабильность работы фильтровальных сооружений.

Вместе с тем, внедрению в отечественную практику рекомендуемых СНиП 2. 04. 02-84 [3] сооружений с водо-воздушной промывкой препятствовали два обстоятельства:

- сложность конструкции, заключающаяся в необходимости двух автономно расположенных распределительных систем: одной - для подачи воды, другой - воздуха;
- сложность принятого режима промывки, состоящего из трех этапов.

Дальнейшими работами, выполненными под руководством М.Г. Новикова, была установлена как возможность существенного упрощения конструкции сооружений, так и режима их промывки, для чего был предложен двухэтапный режим промывки (в котором исключен этап одновременной подачи в загрузку воды и воздуха), а также разработана единая трубчатая система для последовательной подачи в загрузку (при промывке) воздуха и воды (см. рис. 4).

В силу конструктивной простоты и технологической надежности разработанные новые типы фильтровальных сооружений с единой трубчатой распределительной системой и двухэтапным режимом водо-воздушной промывки на протяжении последних десятилетий достаточно широко применяются не только при реконструкции традиционных сооружений, но и при проектировании и строительстве новых

Последующие работы над совершенствованием процесса водо-воздушной промывкой показали возможность ее реализации на скорых фильтрах и вообще без какой-либо их реконструкции, то есть без каких-либо дополнительных капитальных затрат. Сущность предложенного метода промывки заключается в следующем. Фильтроцикл заканчивают путем опускания уровня воды в фильтре на 40-50 см ниже поверхности загрузки (то есть ниже наиболее насыщенного загрязнениями ее верхнего слоя) [10].

При этом происходит насыщение слоя загрузки над уровнем воды атмосферным воздухом. Затем осуществляют непосредственно промывку загрузки восходящим

потоком воды. Вода идеально равномерно вытесняет из верхнего слоя загрузки воздух, одновременно взрыхляя и отделяя от зерен загрузки загрязнения. Такой режим промывки обеспечивает гидродинамическую устойчивость загрузки, то есть исключает возможность смещения гравийных слоев. Одновременно достигается высокая степень удаления остаточных загрязнений не только из слоя загрузки, но и с ее поверхности.

Указанный режим промывки можно применять в скорых фильтрах постоянно либо периодически, если необходимо улучшить санитарное состояние загрузки. Таким образом, неперенным условием предотвращения смещения гравийных слоев в фильтровальных сооружениях является необходимость использования водо-воздушного режима промывки загрузки в них.

Во всех случаях для повышения равномерности распределения промывной воды по площади фильтровальных сооружений необходимо в напорных каналах предусматривать систему принудительного распределения воды по их длине; а в качестве распределительных труб, уложенных в слое гравия, предусматривать системы большого сопротивления.

#### Приложения.

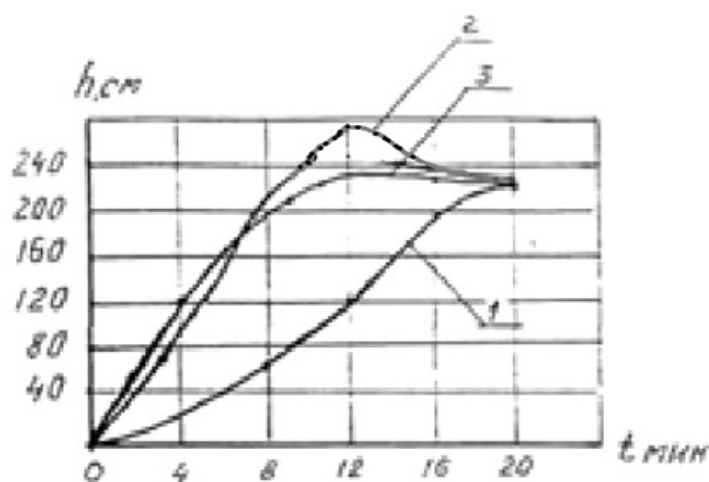


Рис. 1. Гидродинамическая характеристика фильтрующей загрузки во время промывки  
1 - чистая загрузка; 2 — заиленная загрузка;  
3 - заиленная загрузка после барботирования воздухом

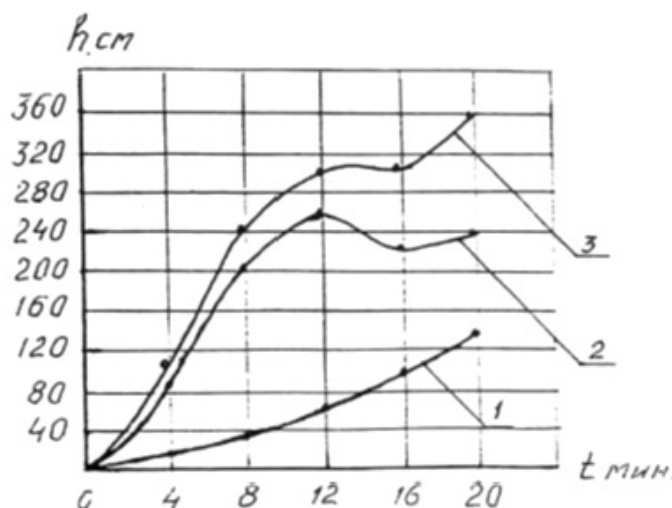


Рис. 2. Гидродинамическая характеристика распределителей воды во время промывки  
1 - распределительная система большого сопротивления; 2 - заиленная загрузка;  
3 - суммарная характеристика распределителя воды (загрузка плюс распределительная система)

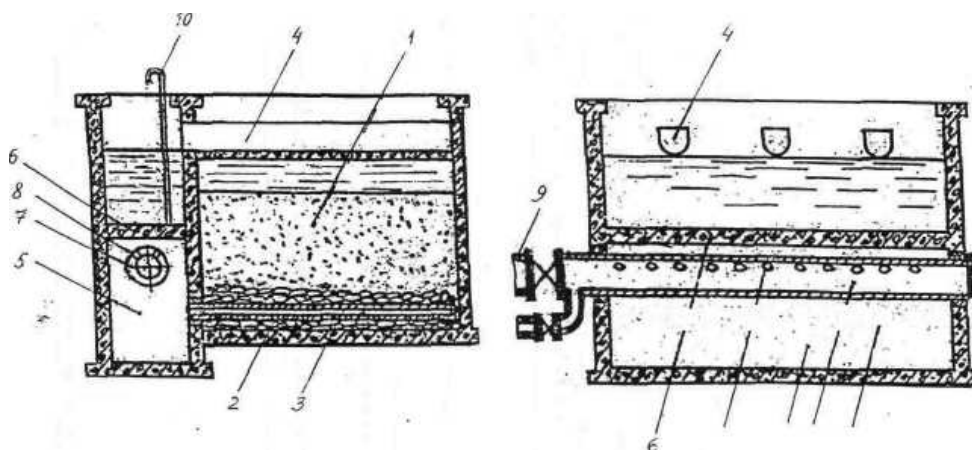


Рис. 3. Схема фильтровального сооружения с принудительным распределением воды по длине напорного канала

- 1- фильтрующая загрузка; 2-гравийные слои; 3-труба распределительной системы; 4 - желоб; 5-напорный канал; 6-перекрытие напорного канала; 7-перфорированный трубопровод; 8-отверстия в перфорированном трубопроводе; 9-трубопровод подачи воды на промывку; 10- воздушник

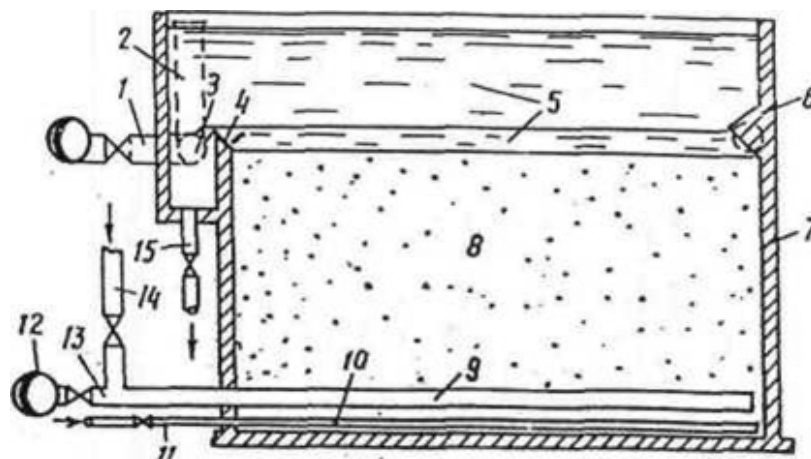


Рис. 4. Схема устройства фильтра с водовоздушной промывкой и системой низкого отвода воды

- 1-трубопровод для подачи воды из отстойников; 2,3-подача воды на фильтрацию; 4-пескоулавливающий желоб; 5-надзагрузочное пространство; 6-струенаправляющий выступ или дырчатая труба; 7-корпус фильтра; 8-фильтрующая загрузка; 9-дренажная система; 10-воздушная распределительная система; 11-трубопровод для подачи воздуха; 12-коллектор чистой воды; 13-трубопровод для отвода чистой воды; 14-трубопровод для подачи промывной воды; 15-трубопровод для отвода промывной воды.

### Список литературы

1. А.А.Кастальский, Д.М. Минц. Подготовка воды для питьевого водоснабжения. Изд. «Высшая школа», М. 1962
2. Е.А. Баранов. Исследование гидродинамических свойств фильтрующих загрузок в процессе их промывки. АКХ. Сборник научных работ. Вып.1 Водоснабжение. ОНТИ АКХ. М. 1960
3. СНиП 2.04.02-84 Водоснабжение. Наружные сети и сооружения. Стройиздат 1985

4. Я.Б. Лазовский, М.Г. Новиков. Фильтры для очистки природных и сточных вод. Патент России № 537686
5. Я.Б. Лазовский, М.Г. Новиков. Патент Финляндии. Фильтр для очистки воды № 63523
6. Я.Б. Лазовский, М.Г. Новиков. Патент Швеции. Фильтр. № 408135.
7. Я.Б. Лазовский, М.Г. Новиков. Патент США. «Фильтровальная система» № 4304674.
8. Я.Б. Лазовский, М.Г. Новиков. Патент Германии. «Фильтр для очистки» № 2721505
9. Я.Б. Лазовский, М.Г. Новиков, Н.Г. Иванова. Способ очистки воды на скором фильтре. А.С. № 1205365.



## BAKİ VƏ BAKİ ƏTRAFI KƏNDLƏRİN SU QUYULARI İLƏ BAĞLI STRATEJİ ARAŞDIRMALAR

<sup>1</sup>Vəlizadə R.N., <sup>2</sup>Rəhimova T.N.

<sup>1</sup>AMEA-nın, Hüquq və İnsan Haqları İnstitutu, Bakı şəhəri, [yagubovatarana@gmail.com](mailto:yagubovatarana@gmail.com)

<sup>2</sup>AMEA-nın "Elm və həyat" jurnalının məsul katibi, Bakı şəhəri, [yagubovatarana@gmail.com](mailto:yagubovatarana@gmail.com)

Araşdırma və tədqiqat materiallarına görə Bakı və Bakı ətrafı kəndlərin su quyuları insanın genetik inkişafında, gen kodlarının təmizlənməsində, gen hüceyrələrinin daha davamlı və güclü immunitetə malik olmasında xüsusi əhəmiyyət kəsb edir. Bakıdakı hər bir su quyusunun özünəməxsus strateji əhəmiyyəti olub.

**ALTIAĞAC** su quyuları –Arxiv sənədlərinə və Saraylı Lətif müəllimin 1875-ci ildə tərtib etdiyi cədvələ görə ərazidə 1800-1875-ci illərdə 34 su quyusu olub ki, bu quyuların 11-nin suyu dərman kimi istifadə olunub. 1872-ci ildə Parisdə məşhur parfümeriya hazırlayan həkim Mitser-Qrotskinin ailəsi ərazidəki quyu suyunu almaq üçün Bakıya adamlar göndərir. Çünki ərazidəki Şah Nəbatın quyusunun suyu parfümeriyada xüsusi preparat kimi istifadə olunurdu... (Şah Nəbat quyusu 1914-cü ildə dağıdılır. Quyu Altıağacın mərkəzindən şimal-şərq ərazisində yerləşirdi). Altıağac Ataçayın sahilində yerləşir. Bir vaxtlar Şamaxı qəzasının tərkibinə də daxil edilmişdir (başqa kəndlər, şəhərlər kimi). Araşdırma materiallarına görə 1913-cü ildə Şamaxı ərazisində 49 su quyusu qalmışdı. Ərdəbilli memar Rəis Ərdəbili "Rəngli sular" qeydlərində yazır ki, Möhsünilər ərazisində (indi Altıağac) əvvəllər 34 su quyusu olub. Bu quyular da Şamaxını, Qubanı ümumən Şirvan yaşayış məntəqələrini içməli su ilə təmin edirdi. Altı quyunun suyu gələn karvanlara, səyyahlara, tacirlərə satılırdı. Birinci quyu misgər Əbdül Məhəmmədin qapısında qazılmışdı. Lilli su idi. Elə bilirdin kül qatılıb. Amma dərman suyu idi. Bu su insanların daxilində bütün orqanizmlərdəki zədələrə, yaralara və yaman şişlərə təsir edir, mədəni, yemək borusunun yolunu açırdı. Bu su üçün Rusiyadan, Fransadan, Vatikandan, İngiltərədən, Çindən, Yaponiyadan bir sıra müsəlman ölkələrindən alıcılar gəlirdilər. Onlar bu sudan alarkən "...bir damcı da imkan verməzdilər yerə düşsün..."

Yazılı mənbələrə görə ikinci quyu da eyni üsulda – bir az maili üsulda qazılmışdı. Amma adamlar arasında Hacı Caizə adı ilə məşhur idi. Bu su quyusu 1919-cu ilədək su verib. Bu içməli suyun xarakterik cəhətlərindən biri bu idi ki, quyunun içi qiymətli daş parçaları ilə, xüsusi bir səliqə ilə hörülmüşdü. Adama elə gəlirdi quyunun içində gecələr işıq yanır. Ən maraqlısı bu idi ki, Hacı Caizənin su quyusu yüzdən artıq evi su ilə təmin edirdi.. digər tərəfdən quyunun suyu yaşıl rəngli olduğundan bu sudan dərman kimi istifadə olunurdu. Bunun üçün də su satılırdı. Xaricə satılan suyun gəlirini Hacı Caizə xanım Altıağacın ətəyində tikilmiş qədim binada saxlanılan atasız, anasız uşaqlar üçün ayırdı, onların ərzaq və geyim, kitab-dəftərlərinin ehtiyacını ödəyirdi və s. Altıağac adı haqqında müxtəlif fikirlər var, ola bilsin kənd Şamaxıdan Bakıya tərəf 6 ağac aralı olduğu üçün belə adlanmışdır (təqribən 50 km məsafə – red.). Həmçinin kənddə hər 10 km məsafədə dörd bulaq qaynayır.

**BALAXANI** su quyuları –Balaxanıda biri-birindən fərqli içməli şirin suyu olan yeddi quyu qazılmışdı. "Hacı xanım" quyuları 1918-ci ildə ermənilər tərəfindən dağıdılaraq batırılmışdı. 1869-cu ilədək Balaxanıda 38, 1926-cı ilədək 14, 1959-cu ilədək 5 içməli su quyusu olub. Bu su quyuları kəndi təmiz içməli su ilə təmin edib. 1962-ci ildə Balaxanıda yayılan epidemiyaya görə, su quyuları doldurulub. Epidemiyaya nəticəsində kənddə 120 uşaq ölüb.

Hacıxanımın su quyularında maraqlı məqamlar var. Məsələn quyulardan birinin divarları müxtəlif qiymətli daşlardan hörülmüş idi. Birinci quyunun dairəvi hörgüsündə (birinci qat) 46 dənə eyni ölçüdə qırmızı Fianit, ikinci dairəvi hörgüdə (ikinci qat) 38 yaşıl Turmalin, 8 göy rəngli Turmalin, üçüncü dairəvi hörgüdə (üçüncü qat) 46 dənə sarı daşma kristal hörgüsündən, dördüncü dairəvi hörgüdə (dördüncü qat) 30 bənövşəyi Ametist, 16 dənə mavi Aven-turindən, beşinci dairəvi hörgüdə (beşinci qat) 46 dənə tünd rəngli Firuzə, altıncı dairəvi

hörgüdə (altıncı qat) 46 dənə sarı rəngli Sitrin, yeddinci dairəvi hörgüdə (yeddinci qat) 46 dənə qırmızı Zümrüd... işlədilir.

Belə bir quyunun suyu insan orqanizmində baş qaldıra biləcək 30 ən ciddi xəstəliyi müalicə edir, suyun tərkibindəki ən qorxulu bakteriyaları məhv edib, öldürür. Bu daşların suya düşən işığından sonra içməli su daha yüngül və daha da içməli olur. İlk dəfə belə suyu Səməvi Kitablar əsasında 1530-cu ildə əslən Urmiyyədən olan quyuçu-memar Sədixan Urməvi tərəfindən qazılıb. Quyu özü də Balaxanıda qazılıb. Lakin daxili çəkişmələr, Bakıya edilən hücumlar bu tarixi və dünyada əvəzsiz olan quyunun dağılmasına səbəb oldu...

**BƏNDOVAN** su quyuları –Bəndovan su quyuları dillər əzbəri olduğundan burdan – karvan yolunun üstündən keçən hər kəs bu sudan içmədən dincəlməzdi. Bəndovan uyularının suyu Məkkə quyularının suyuna yaxın olduğundan 1804-cü ildə Bəndovan şairi Bağır Mülki adlı bir qələm əhli “Cani-dildən” şeirini yazır. Məlumatla görə kənddəki “Məşədilər” quyu kompleksi dağıldıqdan sonra, Mülki quyu suyunun tərifə o qədər gözəl və rəvan edir ki, onu toylarda, məclislərdə oxuyardılar. Kənddə “Salehgilin quyuları” ərazisində quyu qazan Məşədi Saleh Cümşüdoğlunun üç quyusu olur. Hansı ki, bu quyuların öz dadı, təmi olurdu. Bu quyu suları mövsümə və iqlimə görə dəyişirdi. Qaraciyər, böyrək və damar xəstəliklərini... müalicə edən bu quyuların nəzarəti 1939-cu ildən Moskvadakı 3 saylı Hərbi sənaye kompleksin öhdəsinə keçir. O gündən Bəndovan quyularının suyundan içmək qadağan olunur. Məlumatla görə, 1959-cu ilədək bu quyuların suyu xüsusi çəlləklərdə Moskvadakı İvan Surkovun içməli suları qablaşdırma müəssisəsinə daşınıb. Sonra həmin sular gözə görünən yaraşıqlı qablarda Kremldə istifadə olunub və bir qismi də xarici ölkələrdə satılıb. 1960-cı ildən heç bir səbəb göstərilmədən bu quyular batırılıb. Şübhəsiz, tariximizdə hələ də nəticələri ağır olan, lakin səbəbləri bilinməyən məsələlər çoxdur. Amma başqa bir araşdırma materiallarında isə qeyd olunur ki, bütöv Bakı ərazisini içməli və qiymətli su ilə təmin edən quyular uğrunda qarşıdurmalar, müharibələr olub. İndiyədək bununla bağlı heç bir tədqiqat işi aparılmayıb, danışılmayıb. Halbuki, bir Bəndovan su quyusunun qiyməti iki neft quyusunun qiymətini keçirdi. (1945-ci ildən 1963-cü ilədək SSRİ DTK-nın məsləhətçisi olan general M.M.İvaşovun “Bakının su quyuları ilə bağlı arayışı”. 1964-cü il 4-II). Digər bir araşdırma materiallarına görə Bakının eləcə də Gəncənin, Naxçıvanın, Lənkəranın, Astrakanbazarının (indiki Cəlilabadın), Beyləqanın, Şəmkirin, Şamaxının, Gədəbəyin, Daşkəsənin, Astaranın... Qarabağ su quyuları 1922-ci ilin martın 10-dan SSRİ Baş Kəşfiyyat İdarəsinin “Təbii sərvətlərə nəzarət” idarəsinə keçir. Maraqlı idi ki, bu məsələ hələ 1922-ci ildən Azərbaycanda yaradılmış “Xarici əlaqələr” üzrə katiblikdə müzakirə olunmuşdur. Nə üçün Xarici Əlaqələr Katibliyində? Məlumatla görə, Bakının içməli su quyularının bir hissəsi Böyük Britaniyanın, Fransanın, İtalyanın və Amerika mütəxəssislərinin elmi tədqiqat mərkəzlərinə verilmişdi. Xarici alimlər su quyuları ilə işləyərkən, quyuların qədim divar hörgüləri, əl işləri, memarlıq abidələrində istifadə olunmuş bəzəklər ovulub tökülmüş, divarların naxışlı hörgüləri sökülərək yerindən çıxarılmışdı.

**BİBİHEYBƏT** su quyuları –Araşdırma materiallarına görə Bibiheybət məscidinin ətrafında 8 (səkkiz) su quyusu uğrunda münaqişələr səngimək bilmirdi. Çünki bu quyuların hər birinin adı var idi və içməli sular həm də şəfa dərmanı idi. «...ən ağır bəlalara düçar olanlar bu sulardan içirdilər...» (Rus səyyahı S.M.Meqrانovski). Lakin Bibiheybət ərazisindəki içməli su quyularının, eləcə də əlavə gəlirlərin həm Şamaxı, həm də digər regionların din xadimləri uğrunda münaqişələr səngimək bilmirdi. Nəticədə Birinci Şah Təhmasib 1555-ci ilin dekabr ayında Bibiheybət məqbərəsi və ərazisi ilə bağlı fərman imzalayır. Fərmana görə Şeyx Bünyad nəslinə həvalə edilmiş ərazi; - məqbərə və içməli su quyularına nəzarət artırıldı, münaqişələri yatıra biləcək kiçik qruplar yaradıldı. Tarixdə bu fərman həm də Səfəvilərin Azərbaycanın içməli su quyularının qorunması istiqamətində ilk fərmanı idi. (RF, Leninqrاد arxivi, B.A.Dornun fondu, №776, siyahı 1, №631). Biz bunu həmçinin içməli su ilə bağlı ilk fərman kimi də götürə bilərik.

Azərbaycanın içməli su quyuları, dərman əvəzi işlədilən bulaqları ilə bağlı xarici səyyahların əsərlərində də rast gəlirik. Məsələn, XV əsrin tanınmış İngilis səyyahı Antoni Cenginsonun “Gündəliyi”ni belə əsərlərdəndir. A.Cenginson həm də məşhur tacir idi. Şamaxı quyularının dərman sularını dünya bazarına çıxaran ilk tacir idi. O, yazır ki, mən 1561-ci ildə Şirvana yola düşdüm. Şirvan hökəmdarı Abdulla xanı görməli idim. Lakin dedilər kral Şamaxıda müalicə alır. Onun görüşünə getdim. Gördüm ki, kral şirin gözəl bir bulağın suyu ilə müalicə olunurdu. Mən də dünyada analoqu olmayan o sudan içdim...

**BİLƏCƏRİ** su quyuları –Respublika Əlyazmaları İnstitutundakı arxiv sənədlərinə görə bu ərazidə 14 su quyusu olub. Biləcəri hakimi Sadiq Baba şüa quyuların sahibi kimi tanınıb. Onun ölümündən sonra (1910-cu il) bu quyuların üstündən yol çəkilir. 1940-cı ildə Biləcəridə aclıq və xəstəlik tüğyan edir. Susuzluqdan Biləcəridə bir gündə 42 uşaq, 36 nəfər yaşlı nəslin nümayəndəsi həlak olur.

**BİLGƏH** su quyuları –Ərazinin içməli suyu vaxtilə ürək-damar, ağ ciyər xəstəliklərinin sağlamlığında misilsiz əhəmiyyətə malik olub. Burada dünyanın heç yerində olmayan «Bilgəh kolu» deyilən bitki insanları ağır xəstəliklərdən xilas edib. Məlumatla görə, məsələn, İngiltərənin məşhur tarixi şəxsiyyəti olan U.Çörçill 1946-cı ildə İ.Stalindən xahiş edirdi ki, ona «Bilgəh kolu»nu hədiyyə etsin.

**BİNƏ** – Bakı kəndi. Bakının yaxın yüzilliklərdə salınmış kəndlərindəndir. Xəzər rayonunda şəhər tipli qəsəbədir. Binə qəsəbəsinin inzibati mərkəzidir. Binədə gəlmə din xadimi Hacı Baxışa görə kəndin ətəyində qazılmış «Qızıl daşı»da su quyularını (on iki su quyusunu) ingilis tacir alıb. Quyular uzun müddət ingilislərin nəzarəti altında olub.

**BİNƏQƏDİ** – 19-cu əsrin 40-cı illərində Bakı qəzası iki hissəyə – Binəqədi və Maştağa hissələrinə ayrılmışdı ki, Binəqədiyə bir çox kəndlər daxil idi. Ayrılarəkən 26 su quyusundan 18-i Binəqədi ərazisində qalıb. Lakin baxımsızlıq üzündən quyular dağılaraq, batıb. 1921-ci ilin yay aylarından başlayaraq Binəqədi içməli su problemi ilə üzləşib. Nəticədə «...iki il ərzində Binəqədidə əhali iki dəfə azaldı». (Təixçi B.Manafli). Təqribən yüz ailə ərazini tərk etdi. Əhali arasından on bir nəfər seçildi. Onlar su və yaxud batmış quyuların axtarışı ilə məşğul oldular. Nəticədə batmış quyulardan ikisi bərpa olundu. Arxeoloji qazıntılar zamanı 1940-cı ildə Binəqədidə qədim su mənbələri aşkar edildi.

**BUZOVNA** –Məlumatla görə 1933-cü ildə Binəqədiyə 6, Maştağaya isə 9 su quyusu qaldı. Lakin Binəqədi və Maştağa camaatı su quyularının düzgün bölünmədiyini elan etdilər. 1840-cı ildə ilk münaqişə başladı. Silahlı münaqişədə 34 nəfər Binəqədidən, 29 nəfər isə Maştağanın payına düşdü.

**BÜLBÜLƏ** su quyuları – Bülbülənin ərazisində içərisi içməli su ilə həmişə dolu olan kiçik bir göl olub. Həmin göl suyu ərazini 1913, 1915, 1920-ci illərdə Bakını susuzluqdan xilas edib.

#### **BAKİ: içməli su uğrunda mübarizədə.**

**QALA** su quyuları –Adının 14-cü əsrdə istehkam qalasının adından alınması ehtimal edilir. Arxiv materiallarına görə «Xəzər istehkam qalası» içməli su uğrunda müharibələrdən ötrü salınmış ilk Bakı ətrafı qalalardandır. O vaxt Xəzər ətrafı ərazilərin sakinləri şirin sudan – içməli, təmiz sudan həmişə əziyyət çəkiblər. Nəticədə onlar içməli su üçün Bakını hədəf seçiblər. Bu qalanın tən ortasında beş su quyusu olub və bu qalanı Sultanbuta xanım saldırıb. Xəzərətrafi tayfaların ardı-arası kəsilməyən hücumlarına məruz qalan bu qaladakı içməli su Bakı üçün dirilik suyu idi. İçməli su uğrunda Bakıya ilk hücumlar 1623-cü ildən başlandı. İçməli su uğrunda lokal qarşıdurmalarda Maştağadan 14 nəfər, Nardarandan 9 nəfər, Qaladan 11 nəfər həlak oldu. Hətta Nardaranın qədim qəbir daşlarının birinin üstündəyazılıb: «Hacı Mirbağır... içməli su döyüşündə şəhid oldu». Köhnə və yaşlı qalalırlar kəndi Qələ kimi adlandırırlar.

**QOBUSTAN** və su quyuları – Bakı kəndi. Bakının qədim kəndlərindəndir. 1972-ci ilədək Duvannı adlanırdı. Şəhər tipli qəsəbədir və Qobustan qəsəbəsinin inzibati mərkəzidir.

Tarixi 1947-ci ildən öyrənilir. Qədim əlyazmalarda qeyd olunur ki, Qobustanda hər qayanın dibində bir bulaq qaynardı...

**DİGAH** su quyuları – Bakıda ilk qırmızı sulu quyu burada qazılıb. 1783-cü ildə Vatikanın qırmızı su üçün göndərdiyi elçilər əvvəlcə Qəbələyə, sonra Bakıya gəlirlər. Suyu qızıl pulla alıb, tuluqlarda Romaya aparırlar. Məlumatlarda bildirilir ki, Roma Papası uzun ömürlü olmaq üçün o suda çimirmiş və Vatikandakı Müqəddəs Məryəm və İsa çəkilmiş rəngli rəsmlər Bakının qırmızı suyu ilə yuyulardı... 1892-ci ildən Digah kəndinə quraqlıq və aclıq gəlir. Sular quruyur, əkin-biçin sahələri bəhrəsini itirir. Nəticədə ailələr içməli su dalınca, çörək dalıncı başqa yerlərə köçürlər. «Qırmızı quyu» uğrunda tacirlərin vuruşması başlayır. 1896-cı ildə rəhmətə gedən memar Mir Saleh Cəlalinur yazır: «...Allah bir də susuzluğu və çörəksizliyi göstərməsin. Ölənlərin sayını bilmədik. Özümüz-özüümüzü qırıb, qana bələdik. Bir gecədə on üç quyunun suyu çəkildi. «Su» - qışqırıb, ölən uşaqları mən gördüm...». (M.Cəlalinur. «Susuzluq». Təbriz. 1902). «Digah» sözünün mənşəyi haqqında bir fikrə görə «kənd, yüksək, suvarılmayan yer» deməkdir. Başqa bir mülahizəyə görə isə «iki təpə arasında yer, məkan, kənd» mənasında işlənir. Digah adı ilə Azərbaycanın Quba, Lənkəran və Masallı rayonlarında da kəndlər mövcuddur. Araşdırma materiallarına görə Digahda içməli su quyularını XVIII əsrin sonunda tanınmış miniatür ustaları olan Hacı Nağı və Məşədi Lətif Əfəndizadələr qazıb. Su quyularının divarlarına işlənmiş gözəl və şəffaf rəngli naxışlar suyu sərin saxlayıb, həm də quyudakı zərərli mikrobları məhv edib. Bu sirri öyrənməyə cəhd etsələr də mümkün olmayıb. Digah ərazisində baş verən tayfa toqquşmalarında Əfəndizadələr ailəsi öldürülmüş, içməli su quyuları isə batmışdır.

Ümumiyyətlə Bakı kəndlərinin içməli su quyuları ilə bağlı xüsusi Rusiya hökumdarlarının məxvi planları olub. Bizə adi görünən içməli su quyularının strateji əhəmiyyəti böyük olub.

**ƏMİRCAN**, Əmircanda ilk su quyusu 1210-cu ildə qazılıb. Su o qədər şirin olub ki, içilməyi mümkünsüz hesab edilib. Sonradan məlum olub ki, bu şirin su həm beyin üçün, həm də ürək üçün çox faydalı olduğundan 1950-ci ildən həmin quyunun suyu məktəblərə və uşaqlara paylanılıb. Arxiv sənədlərinə görə 1968-ci ilədək Əmircanda ürək və beyin ağrısı olan xəstə qeydə alınmayıb. Əmircan quyuları haqda 1908-ci ildə fransız mətbuatı yazıb və Əmircan quyularını millətimizin gözəl və ən dəyərli “həkim” kimi tanıdıblar.

**ZABRAT**, Kənd Zabrat su quyuları – Bakı kəndi. Bakının qədim kəndlərindəndir. Şəhər tipli qəsəbədir və Zabrat qəsəbəsinin inzibati mərkəzidir.

Sabunçu rayonu ərazisinə daxildir. Tarixi keçmişi çox zəif öyrənilmişdir. Zabrat sözünün mənşəyi haqqında bir neçə söyləmə, fikir var. Bir fikrə görə Zabrat adı fars mənşəli söz olub, «neft bulağı» (yaxud «neftli yer») mənasını verir. Digər məlumata görə isə «səbr», «səbr et» (mək) sözündən alınıb. 19-cu əsrdə çarizmin müstəmləkəçilik siyasəti ilə əlaqədar Azərbaycanın başqa əraziləri kimi Bakı kəndləri də işğal olunmuş, bəzi kəndlərin adları təhrif edilə-edilə bu günümüze gəlib çatmışdır. Bu ərazi Kənd Zabratı və Şəhər Zabratı hissələrinə ayrılıb. Yeri gəlmişkən eyni parçalanma Keşləyə də aiddir.

**ZİRƏ** su quyuları – Bakı kəndi. Bakının qədim kəndlərindəndir. Şəhər tipli qəsəbədir və Zirə qəsəbəsinin inzibati mərkəzidir. Xəzər rayonu ərazisinə daxildir.

Tarixi müəyyən qədər öyrənilmiş, Tunc dövrünə aid yaşayış yeri olması aşkara çıxarılmışdır. Zirə sözünün mənşəyinin fars mənşəli olduğu qeyd edilir və «çökəklik yer» kimi bildirilir. Bəzi fikirlərə görə «Zirə» sözünün mənşəyi «cəzirə» (yəni ada) sözündən alınıb, tarixin gedişində təhrif olunaraq Zirə adlanıb. 1930-cu ilə kimi burada 18 içməli su quyusu olub. 1970-ci ildə Zirədə baş verən 3 bal gücündəki zəlzələdən sonra bu quyular quruyaraq 3-ü qalıb.

**ZİĞ** su quyuları – Bakı kəndi. Bakının qədim kəndlərindəndir. Şəhər tipli qəsəbədir və Zığ qəsəbəsinin inzibati mərkəzidir. Suraxanı rayonu ərazisinə daxildir. Zığ toponiminin mənşəyi hələlik dəqiq açılmasa da, A.A.Bakıxanov və S.Aşurbəylinin məlumatına görə kəndin adı zığ tayfalarının adı ilə əlaqədardır. Bəzi tədqiqatçılar «Zığ» sözünü Şimali Qafqazda tayfa birləşməsi olan zixlərin (ziqlərin, gürcücə-ciklər) adı ilə əlaqələndirirlər,

lakin bu ehtimallar özü səhvdir, çünki Bakı ərazisində zixlər (ziqlər) heç vaxt yaşamamışlar. İlk içməli su mənbəyi ərazidə 1949-cu ildə tapılsa da, uzun müddət istifadəsiz qalıb. 1964-cü ildən Zığ meşəsi deyilən kiçik bir yaşıllıq yarandı. 1965-ci ildə yaşıllıq yanaraq aradan çıxdı.

**ZUGULBA** su quyuları – Bakının ən qədim kəndlərindən olan Buzovnanın ərazisində dənizkənarı iqlim kurortu, beynəlxalq və dünya miqyaslı sağlamlıq və turizm mərkəzlərindən biridir.

Tədqiqatçı alimlər Zugulba adını fars dilində olan bir sözlə (zaqolbe) izah edir və «sahil evləri», yaxud «sahil komaları» kimi açıqlayırlar. Bizcə, bu fikir həqiqətə müəyyən qədər yaxındır, çünki müasir Zugulbanın dəmir yolu stansiyasından üzü xəzriyə (Bilgəh kəndinin sərhədinədək) və üzü günbatana (Maştağa kəndinin sərhədinədək) olan ərazisində 1920-ci illərə qədər taxıl, bostan, tərəvəz əkin yerləri, əncir, üzüm bağları, zəngin su quyuları olmuş, bu cəhətdən də evlərin (komaların) tikilməsi də təbii idi. Bu yaşayış məntəqəsində 1925-ci ilə qədər Zugulbanın Şimal-Şərqində 2, Cənubunda 6 içməli, təmiz şirin sulu quyular vardı. Bu quyuların əraziləri 1665-ci ilin qədim su xəritəsinə görə seçilmişdi. Əslən Maştağadan olan, memar Şirniyyatçıoğlu Məhəmməd tərəfindən ilk quyular qazılmışdı.

Məlumat üçün deyək ki, 1660-cı ildə Hindistanda təhsil alan, «Dənizçilik kursu»nu keçən Hacı Ağa Şəmsəddinoğlu tərəfindən Bakının «Su xəritəsi» çəkilib. (Bu məlumatı Leninqraddakı Astaxov qardaşlarının kitabxanasındakı mənbələrdən oxuduq. Azərbaycan Əlyazmalar İnstitutunda isə belə bir mənbə yoxdur). Bakının «Su xəritəsi» çox etddi bir xəritə olaraq diqqətdədir və təhlil olunmaqdadır. 1928-ci ildə Zugulbada həyat tərzı dəyişdi. İqlim gözlənilmədən kəskin quraqlıq yaratdı. Quyuların ağzı bağlandı. Əhali su, çörək və iş axtarmaq üçün kütləvi şəkildə ykrlərini dəyişdilər...

**KEŞLƏ**, Tarixi hərtərəfli öyrənilməmişdir. Bu gün Keşlə kəndi Müsəlman Keşləsi və Rus Keşləsi adı ilə tanınır. Çox güman ki, bu parçalanma, əsasən, çarizmin işğalçılıq siyasəti ilə, rusların Azərbaycan (o cümlədən Bakı və Abşeron) ərazilərində məskunlaşdırılması ilə əlaqədardır (analoji fikir Zabrat qəsəbəsinə də aiddir). Tədqiqatçı Zamanov (1922-ci il) göstərir ki, Rus Keşləsi ərazisində dörd müalicəvi əhəmiyyəti olan quyu vardı. Quyulardan birinin suyu uşaqlar üçün «Dirilik mənbəyi» kimi qeyd olunurdu və qondarma sahibi keşiş İllarion Ata həmin quyunun suyunu xəstə uşaqlara satırdı.

**KÜRDƏXANI** su quyuları – Kəndin adının mənşəyi haqqında söylənilir ki, «kürdlərin yaşadığı yer, ev, məskən» deməkdir. 1955-ci ilədək burada 22 su quyusu olub. 1980-cı ildə cəmi 4-ü qeydə alınıb. 1948-ci ildə Kürdəxanıda epidemiya başlanıb. İçməli su ilə yayılan epidemiya daha təhlükəli olub. Quraqlıq nəticəsində quyular quruyub, xəstəliklər genişləni.

**GORADİL**, Görədil su quyuları – Goradil kəndinin mənşəyi haqqında mülahizələrdə qeyd edilir ki, kəndin adı fars sözündən olub «məzar, gor, qəbir» deməkdir. Bəzi mülahizəyə görə isə «goranboy» adlı tayfanın adı ilə adlanmışdır (bu ərazidə məskunlaşdıqlarına görə). «Qoşun, ləşkər» yeri olması da söylənilir. Yaşayış məntəqəsi 1889-1922-ci ilədək içməli su ilə təmin olunub. Ərazidə on iki (hər biri bir imamın adını daşıyırdı) su quyusu olub. Lakin baxımsızlıq və sudan səmərəli istifadə olunmaması səbəbindən bu quyular dağılıb.

**GÜZDƏK** su quyuları – Bakı kəndi. Bakının qədim yaşayış məskənlərindəndir. Şəhər tipli qəsəbədir və Güzdək qəsəbəsinin inzibati mərkəzidir. Abşeron rayonunun ərazisinə daxildir.

Tarixi haqqında əldə çox cüzi məlumat var, lakin Güzdəyin mənşəyi barəsində bəzi fikirlər mövcuddur: həm «payız otlağı», «kölgəli yer», «kənd» kimi, həm də quz tayfalarının yaşadığı yer kimi mənalandırılır.

**GÜRGAN**, Gürgən su quyuları – Gürganda içməli su heç vaxt problem olmayıb. Lakin məlumata görə Gürganda su uğrunda nəsillər arasında çaxnaşmalar, qarşıdurmalar baş verib. Məsələn 1901-ci ildə baş verən qarşıdurmalarda Əlihüseynzadələr nəslı (kimyaçılar nəslı olub) tamam məhv edilib.

**LÖKBATAN** su quyuları – Bakı kəndi. Bakının yaşayış məskənlərindən və ticarət karvanlarının gediş-gəliş yerlərindəndir. Şəhər tipli qəsəbədir və Lökbatan qəsəbəsinin inzibati mərkəzidir. Qaradağ rayonu ərazisinə daxildir.

Lökbatan ərazisi əvvəllər – yəni ingilis səyyahı Medlinqrandın məlumatına görə 1801-ci ildə «Qarğa yuvası» adlandırılırdı... Ərazidə 1900-cü ilə qədər 26 irili, xırdalı su quyusu olub. Lakin bu quyular ərazidə baş verən kiçik zəlzələlərin nəticəsində dabılaraq, batıb. Quraqlıq və mazutlu torpaq qalağı, susuzluq 1904-cü ildə ərazidə epidemiyaya səbəb oldu...

**MASAZIR** su quyuları – Bakı kəndi. Bakının qədim kəndlərindəndir. Abşeron rayonu ərazisinə daxildir. Masazır kəndinin tarixi zəif öyrənilmişdir, adı ehtimala görə kəndin yaxınlığındakı axarsız şor göldən alınmışdır (bunda da sözün mənası açılmaz).

**MAŞTAĞA** su quyuları –Maştağada bu günə kimi məlumata görə bir-birinə yaxın 18 içməli su quyusu olub. Tarixi araşdırmalar göstərir ki, Maştağanın içməli su quyuları uğrunda qonşu kəndlərlə münaqişə və qanlı çəkişmələr olub. Lakin I Nikolayın hökmranlığı dövründə bu məsələ həll edilmiş Maştağanın içməli su quyularına nəzarət gücləndirilmişdir. 1896-cı ildə Maştağadakı içməli su quyularının xəritəsi cızılır. Su quyularının xəritəsi Rus Çarı II Nikolayın tapşırığı ilə “Rus Baş Xəfiyyə xidməti”nin rəhbəri, general L.A.Lionuvun nəzarəti ilə hazırlanır. 1898-ci ilin avqustun 13-dən Bakı və ətraf kəndlərin su quyularından taun xəstəliyinin virusları aşkar edilir. Kütləvi ölüm halları qeydə alınır. Nəticədə əhali sürətlə azalmağa başlayır. Kəndlər getdikcə boşalır, adamlar başqa-başqa yerlərə köçüb gedirlər.

**MƏRDƏKAN** su quyuları –Tədqiqatçıların bəzisi «Mərdəkan» sözünün mənşəyini vaxtilə həmin ərazidə mardlar (mərdlər) qəbiləsinin məskunlaşıb yaşaması ilə əlaqələndirirlər. Tarixin Herodot, Strabon kimi müəlliflərinin əsərlərində bu ərazinin içməli su quyularının qiymətindən, misli görünməyən gücündən məlumatı olması da xatırlanır.

**NARDARAN** su quyuları –Tarixi müəyyən qədər öyrənilmişdir. Nardaranda pir, 1301-ci ildə tikilmiş qala və üç rəngli suyu olan quyu (Nardaran qalası kimi məşhurdur), XIV-XV əsrlərdə tikilməsi ehtimal edilən «Xan bağı», 1388-ci ilə aid «Xan hamamı», 1681-ci ildə inşa olunmuş Ramazan məscidi, yeddi su quyusu ilə dövrələnmiş XV əsrə aid Karvansara və s. var. Nardaranda 1830-cu ildə hər imamın adına əlavə bir su quyusu qazılır. Hər quyunun da suyunun özünəməxsus təkrarsız dadı olur. Bu günə qədər həmin quyular haqqında nə yazan var nə də düşünən.

**NOVXANI** su quyuları – «Novxanı» sözünün mənasını farscadan tərcüməyə «yeni ev», «yeni bina» kimi açıqlayırlar. Bu müəyyən qədər həqiqətə yaxındır, çünki elmi mənbələrin verdiyi məlumata görə müasir Novxanıdan bir qədər aralı vaxtilə Siyan adlı kənd (məskən) olmuş, 17-ci əsrdə dəniz suyunun artımı ilə əlaqədar oranı su basmış, həmin kəndin əhalisi də müasir kəndin ərazisinə köçərək Novxanı kəndini bina etmişlər. Amma Novxanıda su quyuları dağıldığından yaşamaq çətin idi. Yeni «Su axtaranlar» dəstəsi yaradıldı. Bu dəstənin üzvləri yeni su mənbələri istiqamətində çalışırdılar.

**PİRALLAHI** su quyuları - Məlumata görə Pirallahıda dörd qiymətli su quyusu var idi. Lakin su quyuları uğrunda gedən müharibə və çaxnaşmalar Pirallahı ərazisini iki dəfə viran qoyub.

**PİRŞAĞI** su quyuları – Bakı kəndi. Bakının orta əsrlərə aid kəndlərindəndir. Şəhər tipli qəsəbədir və Pırşaqı qəsəbəsinin mərkəzidir. Sabunçu rayonunun ərazisinə daxildir.

**PUTA** su quyuları –Məlumata görə Putada 1793-cü ildə on su quyusu olub. 1798-ci ildə su quyularından dördü doldurulub. Tarixçi Astaxov məlumat verir ki, Puta quyuları Bakı ətrafı içməli su anbarlarından biri olub.

Putada həmin quyulardan əsər-ələmət yoxdur. İngilis səyyahı Qardin «Su» əsərində yazır ki, Puta ərazisindəki içməli su quyuları Azərbaycanın ən böyük əczaxanası idi... (1904-cü il)

**RAMANA** su quyuları – Ramananın tərkibində çox güclü müalicəvi əhəmiyyəti olan su quyularından səkkizində təmiz yod olub. Hazırda batırılmış su quyularının üstündə yaşayış evləri tikildiyindən ərazidə içməli su qıtlığı yaranıb. Yaxın gələcəkdə Ramana ərazisindən içməli su qıtlığı üzündən onlarla ailə miqrasiya edəcək.

**SABUNÇU** su quyuları –1922-ci ilə qədər bu ərazidə yeddi bulaq olub və bu gün həmin bulaqlardan heç biri qalmır. Hazırda tədqiqata görə Sabunçuda içməli suya tələbat iki dəfə artıb.

**SARAY** su quyuları – Saray kəndinin adını bəziləri «qəsr», «iqamətgah» sözləri ilə əlaqələndirirlər. Həmin söz türkcə «saray», farsca «ev, qəsr, iqamətgah» mənasında işlənən təmtəraqlı monumental bina mənasında işlənirsə, kəndin özündə qədimlərdən (yaxud orta əsrlərdən) belə monumentallıq yoxdur. Və deməli, bu fikir dəqiq deyil. Bəzi mənbələrdə «saray» adlı türk tayfası ilə eyniləşdirilir ki, bu da bu günədək tam dəqiqləşdirilməmişdir.

**SƏNGƏÇAL**, Səngəçal su quyuları – Kənddə suyu bir-birindən qüvvəli olan Fatimə xanım quyuları olub. Səngəçal karvansarayı içməli su quyuları orta əsr memarlıq abidəsi kimi Şirvanşah I Xəlilullahın göstərişi ilə tikilmişdir (1439-40-cı illərdə). Səngəçalda həmçinin 15-ci əsrə aid ovdan, Sofi həmid qəbiristanı, mədəni-maarif və səhiyyə müəssisələri var. Səngəçal əsasən keçmiş zamanlarda Bakı-Salyan karvan və ticarət yolunda mühüm məskənlərdən idi.

**SURAXANI**, Suraxana su quyuları – Kəndin tarixi az öyrənilmişdir. Buranın su quyuları ilə ətraf kəndlərin torpaqları da sulanardı. 1857-ci ildə su quyuları uğrunda müharibəyə cəlb edilib. Və bu müharibə çox uzun çəkib.

**TÜRKAN** su quyuları – Kəndin tarixi az öyrənilmişdir. «Türkan» məfhumunun mənşəyi haqqında müəyyən mülahizələr var. Belə ki, bəzi mənbələrdə «Türkan» sözü «türklərin yaşadığı yer» kimi izah edilir; bəzi mənbələrdə və yerli əhalinin danışığında «Türkənd, Türkət» kimi də bildirilir. Hansı sözün daha dəqiq, düzgün olması haqda hələlik qəti fikir yoxdur. Türkanda Tunc dövrünə aid kurqan və qəbiristan aşkar edilmişdir. Kənddə 18-19-cu əsrlərə aid türbə, məscid, abidə var.

**FATMAYI** su quyuları – Bakı kəndi. Bakının qədim kəndlərindəndir. Fatmayı kəndinin inzibati mərkəzidir. Abşeron rayonu ərazisinə daxildir. Tarixi, demək olar ki, öyrənilməmişdir. «Fatmayı» termininin mənşəyi haqqında «Fatimə kəndi» (bir qadının adından), həmçinin Həzrəti-Fatimənin (605/606–632/633) adı ilə adlandırılmış yer, kənd fikirləri var. Bu fikirlər elmi cəhətdən hələlik təsdiq edilməmişdir.

**XIZI** su quyuları – 1930-cu ildən 1956-cı ilədək Azərbaycanda Xızı rayonunun inzibati mərkəzi olmuşdur. 1990-cı ildən yenidən yeni – eyni adlı rayonun inzibati mərkəzi kimi təsdiq edilmişdir. Tarixi az öyrənilmişdir. «Xızı» etimologiyası haqqında müxtəlif fikirlər var. Tat dilində danışan əhalisinin erkən orta əsrlərdə Sasanilər tərəfindən İranın Xuzistan əyalətindən buraya köçürüldüyü ehtimal edilir. Xızıda böyük qaya üzərində qədim qalanın qalıqları var. Kənd strateji cəhətdən həmişə rusların maraq dairəsində olub. Xızı yeganə yerdir ki, onun Şimalında qazılan su quyusu ilə Cənubunda qazılan su quyusu arasında su əlaqəsi (yolu) var.

**XIRDALAN** su quyuları – Kəndin adı yerli sakinlərin dilində, çox vaxt «xır dalı», yəni «əkin yerindən dala» kimi tələffüz edilir. Bəzi fikirlərə görə bu yerin adı «xur» – günəş sözü ilə bağlı olub, «görünməmiş, qeyri-adi od, atəş» kimi bildirilir və atəşpərəstliklə eyniləşdirilir. 19-cu əsrə aid ovdan var. Eləcə də tarixi 1849-cu ilə gedib çıxan çox güclü strateji ərazisi olan «Hacı Məşi» su quyuları olub.

**XOCA HƏSƏN**, Xocahəsən, Xocasən su quyuları – Abşeron rayonu ərazisinə daxildir. Tarixi çox zəif öyrənilmişdir. Kəndin adının Xoca Həsən adlı bir varlığının adından götürülməsi ehtimal edilir. 17-ci əsrə aid üç su quyusu, karvansara, ovdan, zavod, mədəni-maarif və səhiyyə müəssisələri var.

**HÖVSAN** su quyuları – Mənşəyi bir neçə mənada yozulur: Hovz, Hövz, Həzz və b. türkdilli tayfaların məskunlaşdığı, sözün özünün isə fars mənşəli olması irəli sürülür. Lakin bu fikirlər bu günədək dəqiqləşdirilməmişdir. Hazırda kənd əhalisi kənardan gəlmələrlə çox qaynayıb-qarışmışdır (əsasən ləzgilər, ruslar, dağlılar və b.). Vaxtilə İrandan «Şeyx-verdi» sortu kimi gətirilmiş (və hazırda çox az tapılan), Hövsanda əkilmiş Hövsan soğanı Azərbaycanda məşhur olmuşdur. Bəzi mənbələrdə adı Sinsen kimi də çəkilir.

**HÖKMƏLİ** su quyuları – Abşeron rayonu ərazisinə daxildir. Tarixi zəif öyrənilmişdir. «Hökməli» rəngli su quyuları tarixdə möhtəşəm yerlər tutur. Mövcud mənşəyi hələlik dəqiqləşdirilməmişdir. «Əli hökmü» kimi də başa düşülür. Kənddə 18-ci əsrə aid türbə, mədəni-maarif və səhiyyə müəssisələri var.

**CORAT** su quyuları – Bakı kəndi. Bakının, əsasən, orta əsr kəndlərindəndir. Şəhər tipli qəsəbədir və Sumqayıt şəhəri tabeliyindədir. Tarixi zəif öyrənilmişdir. Bəzi mənbələrdə monqolların corat adlı tayfasının adı ilə əlaqələndirilir. Kəndin əhalisi, əsasən, əkinçiliklə məşğul olub (Corat qovunu və «Ballica» adlı su quyusunun suyu vaxtilə bütün Azərbaycanda məşhur idi).

**ŞAĞAN** su quyuları – Bakı kəndi. Bakının qədim kəndlərindəndir. Xəzər rayonu ərazisinə daxildir. Tarixi müəyyən qədər öyrənilmiş, bəzi maddi nemətlər aşkar edilmişdir. Köhnə bəkililərin əksəriyyətinin fikrincə, qədim dövrlərdən əncir-üzüm bağları ilə məşhur olan «Əmir Şah» su quyusunu, Şağanın adı burada yetişdirilən əla üzümün (yəni şaha layıq, şahanə üzüm) adından, daha doğrusu, görünüşü, dadı, rəngi, salxımının iriliyi, şirinliyi və s. ilə bağlıdır. İstər bunun, istərsə də başqa mülahizələrin elmi əsası olsa da, lakin kəndin mənşəyi haqqında vahid fikir yoxdur.

**ŞIX**, Şeyx, Şeyx kəndi su quyuları – Bakı kəndi. Bakının qədim kəndlərindən idi. Bu kəndin adını sonralar başqa adla əvəz etmişlər. Mənşəcə əslində «Şeyx kəndi» olmalıdır (çünki «şix» sözünün farscadan tərcümədə bir mənası pis səslənir və bu mənada kəndin adı təhrif olunmuş olur). Hazırda Şıxda mineral su və balneoloji müalicə müəssisəsi var. **ŞUBANI** su quyuları – Bakı kəndi. Bakının orta əsrə aid kəndlərindəndir.

**ŞURAABAD** su quyuları – Bakı kəndi. Bakının və Abşeronun qədim məskənlərindən biridir. Şəhər tipli qəsəbədir və Şuraabad qəsəbəsinin inzibati mərkəzidir. 1896-cı ildə bu ərazidə 12 su quyusu olub. Əmini yazır ki, Əli Əkbər ərazisi (indiki Şuraabad) bu su quyuları ilə şöhrətə minmişdi.

**ŞÜVƏLAN** su quyuları – Bakı kəndi. Bakının qədim məskənlərindəndir. Şəhər tipli qəsəbədir və Xəzər rayonunun inzibati mərkəzidir. Tarixi müəyyən qədər öyrənilmişdir.

Mən nə üçün Bakı ətrafı kəndlərini, qədim yaşayış məskənlərini onların içməli su quyularını xatırlatdım? Fikrimizcə, Azərbaycanın Şimal, Cənub, Şərq və Qərb qütblərində formalaşan kəndlərin də ilkin yaşayış ocaqlarının odu... havası, suyu və torpağı elə... Bakıdan, Xəzərin sahilindən aparılıb. Nəticədə iqlim dəyişkənliyi nəinki insanların miqrasiyasına, eləcə də genetik dəyişmələrinə sürətlə öz təsirini göstərib.

Araşdırma materiallarından bu da aydın olur ki, bütövlükdə Azərbaycan ərazisi tarixən iqlimin dəyişməsi nəticəsində ayrı-ayrı xalqların və millətlərin miqrasiya məskəni olub. Fikrimizcə, sadaladığımız Bakı ətrafı yaşayış ərazilərindəki nəsillərin hər biri ayrı-ayrılıqda dünyanın müxtəlif yaşayış məntəqələrindən köç edib gələnlərdir. Ola bilsin ki, iqlimin sürətlə dəyişməsi, ekoloji tarazlığın pozulub dağılması, lokal münaqişə və müharibələr, demoqrafik dəyişkənliklər, ərzaq qıtlığı, torpaqların kütləvi zəhərlənməsi, yeni növ vəhşi və yırtıcı heyvanların əmələ gəlməsi..., tədricən adət və ənənələrin itməsi, insani münasibətlərin pozulması..., kütləvi insan qırğınlarına səbəb olan epidemiyaların başlanması... və nəhayət susuzluq – bütün bunlar təkcə Bakı və Bakı ətrafı kəndləri, insan məskənlərini deyil, eləcə də bütöv Azərbaycan ərazisini alt-üst edib, dəyişib. Bu isə yeni faciələrdən başqa bir şey deyil.

Qlobal istiləşmə yer üzünün kifayət qədər isti qalmasını təmin edir. Amma son vaxtlar torpaqların, suların zəhərlənməsi, meşələrin azalması, sürətli əhali artımı və cəmiyyətdəki istehlak meylinin artması kimi səbəblərdən atmosferdə karbondioksid, kükürd qazı və diazot monoksid qazların yığılması artır. Alimlərin fikrinə görə, bu artım qlobal istiləşməyə səbəb olur. 1860-cı ildən bu günə qədər aparılan tədqiqatlar qlobal istiliyin 0,5 ilə 0,8 dərəcə arasında artdığını göstərir.

Son 50 ildəki istilik artımının insan həyatına, genetik dəyişmələrə təsir etdiyi iddia olunur. Üstəlik artıq geri dönüşü olmayan bir nöqtəyə yaxınlaşırıq. Heç bir tədbir görülməzsə, bu əsrin sonunda qlobal istiliyin 5 dərəcə artacağı təxmin edilir.

Aparılan tədqiqatlarda bildirilir ki, son 150 illik dövr ərzində 2007-2010-cu illər ən isti illər olub.

Dünya iqlim sistemində dəyişikliklərə səbəb olan qlobal istiləşmənin təsiri ən yüksək zirvələrdən okean dərinliklərinə, ekvatoran qütblərə qədər dünyanın hər yerində hiss edilir.



Qütblərdəki buzlaqlar əriyir, dəniz suyu səviyyəsi yüksəlir və sahil seqmentlərdə torpaq sürüşmələri artır. Məsələn 80-cı illərin sonlarından Şimal yarımkürəsində qar örtüyü 10 % azalıb. XX əsr boyunca dəniz səviyyələrində də 10-25 sm arasında bir artım olduğu müəyyən olunub. Nəticədə Yer kürəsi öz oxundan saat əqrəbi istiqamətində 8 sm əyilib

Qlobal istiləşmə ilə bağlı dünyanın bəzi bölgələrində qasırğalar, sellər və daşqınların şiddəti və sıxlığı artarkən bəzi bölgələrdə uzun, davamlı, şiddətli quraqlıqlar və səhralaşmalar baş verir. Qışda istiliklər artır, yaz erkən gəlir, payız gecikir, heyvanların köç dövrləri dəyişir. Yəni iqlimlər dəyişir. Bunun nəticəsində dəyişikliklərə dözə bilməyən bitki və heyvan növləri ya azalır, ya da tamamilə yox olur.

Qlobal istiləşmə insan sağlamlığına ciddi təsir göstərir. Alimlər, iqlim dəyişikliklərinin ürək, tənəffüs yolu, yoluxucu, allergik və bəzi digər xəstəliklərə təsir göstərəcəyi fikrindədirlər.

Dünya son bir milyard il ərzində təxminən 250 milyon il davam edən isti dövr və bunların ardından gələn dörd böyük soyuq dövr keçirmişdir. Dünya təxminən əlli milyon il əvvəl soyuq bir dövrə girmiş, bu dövrdə yüz min ildə bir on min il müddətlə görülən isti dövrlərin xaricində soyuma meyli göstərmişdir. Hal-hazırda bu isti dövrlərdən biri yaşanmaqdadır. Dörd min il əvvəl başlayan istilik enişləri nəticəsində dünyanın soyuma meylinin artması gözlənilirdi. Lakin bu artım son yüz əlli ildə reallaşmamışdır.

### **Ədəbiyyat siyahısı**

1. «Нужда в воде в Восточном Закавказье» («Каспий» (№114), 2 июня 1899г. (116), 4 июня 1899г.)
2. «Безводье» («Каспий» (135), 27 июня 1899г.)
3. «К сельскохозяйственному кризису» («Каспий» (№210), 30 сентября 1899г.)
4. «Артезианские колодцы» («Каспий» (№60) 1900г.)
5. «По поводу водворения переселенцев на Муганлы» («Каспий» (№276), 22 декабря 1899г.)
6. «Водное дело в городе Баку» («Каспий» (№147, 149, 150), 1900г.)
7. «К водной эпопее» («Каспий» (№70), 28 марта 1901г.)
8. «К развязке водной эпопее» («Каспий» (№102), 1901г.)
9. «К вопросу об устройстве гор. Шемаха» («Каспий» (№77), 5 апреля 1902г.)
10. «К водной эпопее» («Каспий» (№100), 8 мая 1902г.)
11. «К вопросу о поливке улиц и разведение садов в гор. Баку» («Каспий» (№161), 26 июля, (№162), 27 июля 1902г.)
12. «К нуждам Восточного Закавказья» («Каспий» (№15), 1903г.)
13. «Городские дела» («Каспий» (№41, 44, 48), 1903г.)
14. И.П.Петрушевский. Азербайджан в XVI-XVII вв. Баку, 1958. (I том)
15. Б.Н.Заходера. «Трактат о каллиграфиях и художниках». Москва, 1947.

### **СТРАТЕГИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ СВЯЗАННЫЕ С ВОДЯНЫМИ КОЛОДЦАМИ В БАКУ И ОКРУЖАЮЩИХ ЕГО ПОСЕЛКАХ**

<sup>1</sup>Велизаде Р.Н., <sup>2</sup>Рагимова Т.Н.,

<sup>1</sup> НАНА, Институт Институт юриспруденции и прав человека, Баку, yagubovatarana@gmail.com

<sup>2</sup>НАНА, исполнительный секретарь журнала "Наука и жизнь"

### **РЕЗЮМЕ**

Как известно, проблема воды остается одной из важнейших мировых проблем. В различных регионах мира термин «водные войны» обретает гражданское право. Проблема питьевой воды выходит за пределы войны. На оккупированных со стороны Армении азербайджанских территориях потеряны самые ценные водные ресурсы - захвачены реки, озера, родники, водные скважины Азербайджана.

Истекает 100 лет со дня сдачи в эксплуатацию первого бакинского водопровода «Шоллар». Однако, несмотря на это в различных регионах и селах Азербайджана, а в частности в Баку и окрестностях поселках, до сих пор существует проблема питьевой воды, умышленно разрушаются скважины с питьевой водой. Из-за нехватки воды опустошаются села, распространяются различные эпидемии. В данной статье повествуется о значимости водных скважин, находящихся на территории Азербайджана, которые не были достаточно изучены и исследованы.

## **THE STRATEGIC RESEARCH ON WATER WELLS IN BAKU AND IN THE VILLAGES AROUND BAKU**

**<sup>1</sup>Velizade R.N., <sup>2</sup>Rahimova T.N.**

<sup>1</sup>*ANAS, Institute of Law and Human Right, yagubovatarana@gmail.com*

<sup>2</sup>*ANAS, executive secretary of "Science and Life" Journal*

### ***SUMMARY***

The problem of water remains one of the world's major problems. In various regions of the world, the term "water war" gains a civil right. The problem of drinking water is beyond the war. The most precious water resources were lost in the occupied territories of Azerbaijan by Armenia. Rivers, lakes, springs, water wells of the country were captured.

It is 100 years since the first water supply system in Baku "Shollar. However, there is still the problem of drinking water in different regions and villages of Azerbaijan, particularly in Baku and settlements near the capital city, and drinking water wells intentionally destroyed. Due to lack of water, different epidemics spread and villages are emptied. This article highlights the importance of water wells in the territory of Azerbaijan, which have not been sufficiently studied and investigated.

# BAKİ ŞƏHƏRİNİN İÇMƏLİ SU TƏCHİZATININ İNKİŞAF TARİXİ

**Tağıyev İ.İ., Babayev N.İ.**

*Azərbaycan Dövlət Neft və Sənaye Universiteti, Bakı şəhəri*

Nəfəs aldığımız havatək ehtiyacımız olan suyun insan həyatında rolu danılmazdır. Çünki su elə həyat deməkdir. Elmi ədəbiyyatda dünyanın bir çox alimləri suyu insan orqanizminin əvəzolunmaz təbii biokompyuteri adlandırırlar.

Son illərdə qabaqcıl və inkişaf etmiş ölkələrdə aparılan nanotexnologiyanın tətbiqi ilə suyun bir sıra xüsusiyyətlərinin üzə çıxması, xüsusilə onun strukturunun, kimyəvi tərkibinin insanın bütün hərəkətinə, şüuruna, psixoloji vəziyyətinə təsir etməsi, bir çox xəstəliklərin yaranmasına səbəb olması, xüsusilə yapon alimi Emato Masurun apardığı təcrübələri birdaha sübut edir ki, dünənə kimi çox bəsit görünən  $H_2O$  molekulu kimi səciyyələndirərək, onun xüsusiyyətlərini və keyfiyyətini ancaq bu prizmadan qiymətləndirilməsi bu sahədə çalışan mütəxəssislərin necə bir yanlış yolda olduğunu göstəricisidir.

İnsanların yaşaması, insan orqanizminin əsasını təşkil edən milyonlarla hüceyrələrin yaşaması deməkdir.

Məlumdur ki, hüceyrələr həyatımızın əsas mənbəyi olan oksigeni birbaşa qəbul etmirlər. Oksigen hüceyrələrə qan və su vasitəsilə qəbul edilir. Həç bir qida, ərzaq da birbaşa hüceyrələrə daxil olmur, onlar ancaq suda həll olundandan sonra hüceyrələrə daxil olur.

Müasir insanların, xüsusilə gələcək nəsillərin dayanıqlı həyat tərzinin qorunması və təminatı üçün bu məsələdə yaxın tariximizə müraciət edilməsini zəruri sayırıq.

1. 1917-ci ilin fevralına qədər "I Şollar su kəməri" Bakı şəhərinin su təchizatı məqsədi ilə Abşeron yarımadası ərazisində əsasən qunt sularına qazılmış əl quyularından istifadə edilmişdir. 1878-ci ildən, Bakı şəhər "Duması" suya olan tələbatın artması, xüsusən də 1892-ci ildə "vəba" xəstəliyinin yayılması ilə əlaqədar Abşerondan kənarda su mənbəyinin müəyyən edilməsi və onun şəhərə nəqli daima gündəlikdə dururdu. Almaniyalı mühəndis V.Q.Lindley Samur-Dəvəçi dağətəyi düzənliyinin Şollar kəndi rayonundakı (Xudat şəhərinin şimalında) yeraltı qunt və təzyiqli kompleksini, Şollar və Fərzəboba bulaqlarını 1902-1904-cü illər arasında apardığı hidrogeoloji tədqiqatlar nəticəsində Bakı şəhərinin su təchizatı üçün müəyyən edilmişdir. Görkəmli maarifçi, mütəfəkkir-messenat Hacı Zeynalabdin Tağıyev, Musa Nağıyev və digərləri Şollar mənbəyindən suyun nəqlinə lazım olan xərclərin böyük bir hissəsini öz üzərlərinə götürdükdən sonra, 1909-cu ildə Tiflisdə su kəmərləri işçilərinin IX qurultayında bu layihə təsdiqləndi və onun inşası 1917-ci ildə qismən həyata keçirildi.

Uzunluğu 187 km-ə çatan həmin kəmərlər bir əsrə yaxındır ki, Bakı şəhərinin sakinlərinə xidmət edir [1].

## 2. Ceyranbatan Su Kəməri.

Ceyranbatan su anbarı açıq tipli su mənbəyi 1961-ci ildən fəaliyyətdə olmaqla, Bakı şəhərindən 18 km şimalda, Bakı-Sumqayıt və Bakı-Şamaxı yolları arasında, hər tərəfdən yüksəkliklər və cənub-şərqdən "Keçəldağ" palçıq vulkanı qalxımı ilə əhatə olunmuş təbii çökəklikdə yaradılmışdır.

Ceyranbatan su anbarı  $55 \text{ m}^3/\text{s}$  məhsuldarlıqla Samur çayından başlanğıcın götürən Samur-Abşeron kanalının suları ilə qidalanır. Kanalın sərfi Abşerona çatanda  $26,4 \text{ m}^3/\text{s}$  təşkil edir və onun da  $12,3 \text{ m}^3/\text{s}$ -ə qədəri su anbarının qidalanmasına sərf edilir. Su anbarının ümumi su səthinin sahəsi 1389 ha, su tutumu 186 mln.  $\text{m}^3$ , maksimum su səviyyəsi layihə üzrə 28,5 təşkil edir. Su anbarının ilkin maksimum dərinliyi 19,6 m, su həcmi maksimum qalınlığı layihə üzrə 13,9 m nəzərdə tutulmuşdur və son illərə qədər, demək olar ki, bu göstəricilər sabit qalırdı. Çünki Samur-Abşeron kanalı ilə gələn asılı hissəciklər (lil) Sitalçay üzərində tikilmiş və ümumi həcmi  $6,6 \text{ mln. m}^3$  olan durulducu su anbarlarında çökdürülürdü, həmçinin Ceyranbatanın, onun ətrafında baş verən torpaq-erol-yan eroziyasından təmizlənməsi də vaxtında həyata keçirilirdi [2].

Su anbarının sanitar-mühafizə zonasının yaradılması Azərbaycan SSR Nazirlər Sovetinin “Ceyranbatan su anbarının sanitar-mühafizəsi haqqında” 420 sayılı 20 iyun 1960-cı il tarixli qərarı ilə müəyyən edilmişdir. Bundan sonra “Bakı və Sumqayıt şəhərinin su təchizatı mənbəyi olan Samur-Abşeron kanalı sisteminin sanitar vəziyyətinin yaxşılaşdırılması haqqında 483 sayılı 03 avqust 1964-cü il tarixli “Samur-Abşeron kanalı və Ceyranbatan su anbarının sanitar-mühafizəsinin vəziyyəti haqqında” 492 sayılı 22 sentyabr 1967-ci il tarixli, “Bakı və Sumqayıt şəhərlərinin su təchizatı mənbəyi olan Samur-Abşeron kanalının sanitar-mühafizə zonalarının yaradılması haqqında” 282 sayılı 20 iyun 1968-ci il tarixli qərarları qəbul edilmişdir. Lakin, bu qərarların heç biri axıra qədər işlənilib yerinə yetirilməmişdir.

Son illərdə Taxtakörpü su anbarının və onunla əlaqədar digər hidrogeoloji qurğuların inşasının aparılması Ceyranbatan su anbarının yenidən qurularaq modelləşdirilməsi bir çox məsələlərin həllini tam təmin etmişdir.

### 3. Kür su kəmərləri.

III Bakı su kəmərinin Samur-Qusarçay artezian hövzəsinin yeraltı suları hesabına inşası layihəsi təxirə salındığından 1969-cu ildə Kür-Bakı su kəməri layihələndirildi. Kür çayından, onun Arazla qovuşduğu yerdən aşağıda, Kiçik Talış kəndi yaxınlığından məhsuldarlığı 3,9 , 5,2 və 2,8 m<sup>3</sup>/s olan I, II-nin inşasına başlandı. Onun uzunluğu 135 km təşkil edir [3].

Birinci Kür-Bakı su kəmərinin məhsuldarlığı 337,0 min m<sup>3</sup>/gün (3,9 m<sup>3</sup>/s) olmaqla 1968-1972-ci illərdən, II Kür-Bakı su kəmərininki isə 449,3 min m<sup>3</sup>/gün (5,2 m<sup>3</sup>/s) olmaqla 1976-1986-cı illərdən fəaliyyətə başlamışdır.

Respublikanın kənd və qəsəbələrinin su təchizatında torpaqların suvarılmasında əvəzsiz rol oynayan xalq tərəfindən “Ana Kür” adlanan Kür çayı Böyük Bakının su təchizatında çox böyük rolu var. Lakin Kür çayı Azərbaycan ərazisinə daxil olanadək Gürcüstan və Ermənistanın ərazisində hədsiz dərəcədə çirklənməyə məruz qalır.

Araz çayı da Ermənistan ərazisində hədsiz dərəcədə çirkləndikdən sonra, xüsusən də Qafan, Megri, Tey-Liçkivaz və digər qızıl və polimetal yataqlarının zəhərli tullantılarının Araza ötürüldükdən sonra Kürə qovuşur.

Metosomor AES-nin tullantıları da xüsusi layihə ilə Ermənistandan Araza axıdılır.

Vaxtı ilə lap çox ciddi məsələ haqqında dəfələrlə hökumət səviyyəsində mütəxəsislər tərəfindən məsələ qaldırılmış, Dövlət səviyyəsində hal-hazırda qüvvədə də beynəlxalq hüquq və konveksiyalara əsasən müraciət edilməsinə baxmayaraq bu günə qədər heç bir tədbir görülməmişdir.

Bakıya Kür çayının suyunu ötürən “su ötürücü, təmizləyici” qurğu kompleksi Araz-Kürə qovuşan zonadan aşağıda kiçik Talış kəndində yerləşdirilmişdir.

### 4. Oğuz-Qəbələ su kəməri.

III Bakı su kəmərinin birinci mərhələsi Dövlət səviyyəsində qısa müddətdə görülmüş tədbirlər nəticəsində 2010-cu ildə məhsuldarlığı 5 m<sup>3</sup>/s olan Oğuz-Qəbələ-Bakı su kəmərinin inşası başa çatdırılmış və Bakı, Sumqayıt və ümumi Abşeron yarımadası əhalisinin içməli suya olan tələbatını Qanix-Əyriçay dağətəyi düzənliyinin yüksək keyfiyyətli yeraltı sularının hesabına xeyli yaxşılaşdırılmışdır.

II mərhələdə Qanix-Əyriçay dağətəyi düzənliyində 10 m<sup>3</sup>/s və təxminən o qədər də III Şollar su kəmərinin (Samur-Qusarçay çaylar arası massivində) çəkilməsi gələcək illərdə nəzərdə tutulmuşdur.

Böyük Bakının su təchizatının yaxşılaşdırılması üçün “Azərsu ASC”, ETSN-nin və digər əlaqədar strukturların son illərdə gördükləri işlər diqqətə layiqdir və yüksək qiymətləndirilir.

Bununla yanaşı məsələnin ciddiliyini və daima nəzarət altında saxlanılması zərurətini nəzərə alaraq hesab edirik ki, ümumiyyətlə Böyük Bakı şəhərinin ərazisinə daxil olan sudan

səmərəli və qənaətlə istifadəsi, çirklənmədən qorunması, istehlakçılara ötürülməsi texnologiyası sayəsində qabaqcıl ölkələrin təcrübəsindən istifadə edilməsi davam etdirilməlidir.

Oğuz-Qəbələ-Bakı su kəmərinin hələlik qismən istifadə edilən qrunt sularının təzyiqli sulu horizontlarla əvəz olunması təmin edilməlidir.

Dövlət tərəfindən əhalinin ekoloji cəhətdən təmiz su ilə təmin olunması istiqamətində son illərdə konkret tədbirlər həyata keçirilir.

Azərbaycan Prezidentinin sərəncamına uyğun olaraq ETSN-ı tərəfindən onlarca rayonların 200-ə qədər kəndlərində quraşdırılmış Modul Tipli Su Təmizləyici qurğular vasitəsilə yerli əhalinin çox bir hissəsi təmiz içməli su ilə təmin olunub. Bununla yanaşı Bakının və bütünlükdə Abşeronun əhalisinin ekoloji cəhətdən təmiz içməli su ilə təmin olunmasında yaxın gələcəkdə Kür çayının rolunun olması danılmazdır, odur ki, bu məsələnin köklü həll edilməsi üçün yollar axtarılmalı və konkret tədbirlər görülməlidir.

### **Ədəbiyyat siyahısı**

1. Алекперов А.Б., Алиев Ф.Ш., Ибрафиллов Р.Г. и др. Геология Азербайджана. Том .VIII Баку, „Nafta-Press”, 2008, 380 с.

2. Аскербейли Э.К., Попов А.П., Булатов Р.В., Кязимов С.М. Подземные воды Северо-Восточной части Азербайджана и перспективы их использования для водоснабжения. М. Стройиздательство, 1988, 238 с

3. Тагиев И.И. Добыча пресных подземных вод в Азербайджане. издательство АГУ, Баку 1979, 46 с

## **КРАТКАЯ ИСТОРИЯ ОБ ОБЕСПЕЧЕНИИ ПОТРЕБНОСТИ ГОРОДА БАКУ ПИТЬЕВОЙ ВОДОЙ**

**Тагиев И.И., Бабаев Н.И.**

*Азербайджанский Государственный университет Нефти и Промышленности.*

### **РЕЗЮМЕ**

В данном сообщении приводятся сведения о развитии обеспеченности города Баку питьевой водой. Охвачены все периоды строительства водопроводов, начиная с 1917 глда.

Кратко освещены свойства I Шолларского водопровода, Джейранбатанского водохранилища, все три водопровода из Куры и водопровод, Огуз-Габала-Баку.

Отмечается, что поиск новых источников по обеспечению города Баку чистой питьевой водой продолжается.

## **THE DEVELOPMENT HISTORY OF DRINKING WATER SUPPLY OF BAKU CITY**

**Taghiyev İ.İ., Babayev N.İ.**

*Azerbaijan State Oil and Industry University*

### **SUMMARY**

This report provides information on the development of security of Baku with drinking water. Subjects covered all periods of the construction of pipelines, since 1917.

Briefly highlight property 1<sup>st</sup> Shollar aqueduct, Jeyranbatan reservoir, all three of the Kura water pipeline and water supply, the Oghuz-Gabala-Baku.

It is noted that the search for new sources to provide the city of Baku with clean drinking water continues.

## ИЗ ИСТОРИИ ВОДОСНАБЖЕНИЯ ГОРОДА БАКУ В XIX ВЕКЕ (ДО СЕРЕДИНЫ 80-х гг.)

Тагиев Ф.А.

*Института истории им. А.А.Бакиханова НАН Азербайджана, Баку,  
hacihasanov@mail.ru*

Устройство водоснабжения для каждого города является не только показателем его благоустроенности и одним из основных составляющих функционирования его, но также вопросом, от которого зависит благоденствие и здоровье горожан. Рассматриваемая нами история водоснабжения города Баку уходит своими корнями в средневековый период его многовековой истории, а может быть и ранее.

К моменту завоевания Баку Российской империей город снабжался пресной водой тремя водопроводами, доставлявшими воду из источников, расположенных далеко за городскими стенами. Азербайджанские ученые относят время прокладки этих водопроводов (это были так называемые кягризы или кахризы) к более раннему времени истории Баку, чем, если брать в качестве свидетельства их названия [См.: 11, с. 229; 5, с. 89; 6, с. 94]. На Абшероне одним из распространенных видов водоснабжения в средневековый период являлась кягризная (кахризная) система, сооружение овданов и система добывания воды из колодцев [5, с.89].

Азербайджанские города в период средневековья имели достаточно приемлемое для своего времени водоснабжение. Кягризные водопроводы мы находим в Баку, Гяндже, Шеки, Шемахе, Карабахе, Нахчыване, Ордубаде и ряде других городов Азербайджана. Кягриз – это подземное гидротехническое сооружение, целью которого является каптаж грунтовой воды с выводом ее на земную поверхность самотеком для водоснабжения [См.: 10, с.182-187].

Гидротехнические знания периода средневековья определили местом забора для питания населения Баку водой внешние пределы городской черты, далеко за его стенами. Как отмечалось в соответствующей литературе начала XX века, именно такое решение проблемы являлось правильным. К тому же в Баку в тот период не было скученности населения и поэтому о загрязнении городских колодцев «не могло быть и речи», что также имело значение [См.: 3, с.17-18].

Сравнивая это с состоянием водоснабжения российских городов даже начала XX века видим, что согласно исследователю вопросов городского самоуправления в России, «большинство» городов не имели водопроводов и горожане брали воду из колодцев или черпали ее из реки, если же была проведена вода из окрестных источников, то – «из нескольких общественных бассейнов» [8, с.104].

В описываемое время население крепостной части Баку – Ичери-шехера – снабжалось колодезной водой из «прекрасного» «Ханского» (Шахский, имея в виду Ширваншахов, тем не менее, название «Ханский» закрепилось за этим водопроводом в документах) водопровода, дававшего, «по всем отзывам, безукоризненную питьевую воду» [7, с.36, 44]. Как отмечалось, в Баку существовал «бассейн, наполнявшийся проведенной по трубам с гор пресной, здоровой водой, и до 12 колодцев водопровода, удовлетворявших потребностям населения» [4, ф.389, оп.7, ед.хр.14, лл.56-56об]. Известный азербайджанский актер Г.Сарабский, оставивший свои воспоминания о старом Баку, называл его Ширин овданом (абдан). Согласно этому автору, раньше население Ичери-шехер пользовалось этим овданом, время постройки и имя автора которого были неизвестны. Вода в него поступала из колодцев, устроенных кягризным способом, и, находящихся вне пределов города. По сведениям Сарабского, из места, называемого Гараколлуг, по Верхнекладбищенской (ныне – Г.Сеидбейли) улице проходит под землей труба, которую называли Наги кюхулу. Колодезная вода по этой

трубе текла в овдан в Ичери-шехер и в Ширин-хамам, т.е. баню Ширваншахов [1, с.122]. Как видно из воспоминаний, в Крепости имелся лишь один овдан – тот самый Ханский. Об этом же свидетельствует и автор исторического обзора водоснабжения Баку, говоря о наличии «единственного ханского резервуара». Ценность последнего источника в том, что в нем приводится глубина этого хранилища-овдана, измеряемая, как известно, количеством ступеней – «имеет воду на 30 ступеней ниже поверхности земли» [4, ф.389, оп.7, ед.хр.14, л.56об]. Ханский (шахский) овдан под различными наименованиями – фонтан, колодец, резервуар – приводится в описаниях Баку и является, можно сказать, одним из достопримечательностей города описываемого периода. Так, русский ориенталист И.Березин в начале 40-х гг. XIX в. отмечал, что «город Баку пользуется хорошою водою из шахского колодца, в который проведена вода по подземному пути из родника за четыре версты от города» [2, с.30]. А.Ухтомский в своих путевых заметках того же века, но уже начала 60-х годов, показывал, как происходил процесс забора воды: «Ханский фонтан в настоящее время питает водою почти весь город. Около него была толпа народа, ожидавшего очереди, и тут же водовозы с выючными водяными мешками» [14, с.85].

В составленном в 1854 году плане другой из трех бакинских водопроводов, Гусейнкулиханский, назван частным водопроводом, проведенным шемахинским жителем Ага Микаилом. Такое переименование азербайджанский ученый А.Саламзаде объяснял тем, что, очевидно, заброшенный водопровод был отремонтирован и восстановлен Ага Микаилом [11, с.229]. По всей видимости, в эти годы этот водопровод не был задействован для обеспечения водой населения Ичери-Шехер из-за наличия другого, Шахского (Ханского), водопровода и обслуживал, вероятно, только определенные сооружения, каковой являлась, к примеру, известная в Ичери-шехер баня вышеуказанного Ага Микаила, впрочем, не исключено, что конкретные домовладения также могли быть «привязаны» к нему.

Что касается городских колодцев, то чиновник городской администрации того времени Спасский - Автономов отмечал их наличие почти в каждом доме внутри крепости и на форштадте, вода в которых была "более или менее солоновата, и для питья, равно как для приготовления пищи может быть употребляема только в крайней нужде" [12, с.303]. С ним были солидарны уже упоминавшийся Березини врач Г. Новицкий в своем описании Баку [См.: 2, с.30; 9, инв.№782, коробка 284, с.221]. Тем не менее, согласно составленной «медицинской географии» Кавказа относительно «перемежающихся лихорадок», Баку имел репутацию «самого здорового» из всех четырех прикаспийских городов империи. Колодезная же вода, которая «однако непременно более или менее солона», как отмечалось, «на привычных особенно не действует, но для новичка составляет слабительное» [13, с.105, 220].

В 1859 году шемахинский военный губернатор кн.Тархан-Маурахов в своем представлении кавказскому наместнику кн.Барятинскому, отмечал «сильную потребность» города в воде. Предполагалось провести воду из источника Ханского водопровода «за несколько верст от города», «по другой канаве» и устроить в крепости и на форштадте крытые бассейны, «откуда вода могла получаться кранами». Тридцатого ноября того же года, т.е. в то время, когда решался вопрос о перенесении центра губернии из Шемахи и до окончательного определения центра многие губернские учреждения стали переноситься в Баку, инициатор утверждения Баку в статусе губернского центра Барятинский разрешил кредит в 6000 рублей на счет возврата из остатков городских доходов. В 1860 году был сооружен бассейн близ памятника Цицианову (приблизительно, где ныне стоит памятник Низами), «причем вырыто несколько колодцев для усиления притока воды в ханской канаве» на пожертвованные известными бакинскими жителями Гаджи Ших Али и Гаджи Ага Дадашевыми деньги в сумме 200 рублей [4, ф.389, оп.7, ед.хр.14, л.56об]. Хотя про этот

бассейн в отчете бакинского губернатора за 1860 год и говорилось, что водою из него "уже с полною признательностию пользуются жители" [4, ф.45, оп.2, ед.хр.77а, л.35об], в историческом обзоре бакинского водоснабжения отмечалось «значительно» низкое его качество по сравнению с «ханскими» колодцами [7, с.37]. Таким образом, форштадт города, уже выросшего за пределы крепостных стен, получал свой, отдельный, водный резервуар. Тем не менее, как усматривается, первоначальные замыслы кн.Тархан-Мауравова претерпели изменения, о чем скажем чуть ниже, когда будем рассматривать вопрос зоны источника Цициановского водопровода. Здесь же отметим, что в крепости не были устроены дополнительно резервуары, ограничившись новыми колодцами для Ханского водопровода.

В 1864 году были произведены «перестройка» Цициановского бассейна, который был «мал и неудобен», и «усиление» («расширение») водопровода за счет остатка от ассигнованных в 1859 году 6000 рублей. Количество воды в водопроводе «утроилось», а новый бассейн, сделанный из тесаного камня, «стал давать воду десятью кранами» [См.: 4, ф.389, оп.7, ед.хр.14, л.56об.; 7, с.37]. В 1865 году была проведена вода в Комендантский (в последующем – Михайловский, ныне – Филармонический) сад с ассигнованием на это 500 рублей [4, ф.389, оп.7, ед.хр.14, л.56об]. К этому времени город имел три водоема: ханский, цициановский и комендантский. [4, ф.389, оп.7, ед.хр.14, л.56об].

В 1867 году бакинскому губернатору генералу Коллюбакину разрешается заимствование из запасного капитала Баку (он составлял 55880 рублей) 5000 руб. на «провод воды к новым местам и постройку для нея бассейнов». Помощником бакинского губернского архитектора Касым беком Гаджибабабековым были произведены работы по сооружению водопровода «от ханского к каменной пристани» (имеется в виду Набережная), постройке здесь фонтана с резервуаром и т.д., всего на сумму 2450 рублей 34 коп. После был устроен водопровод с бассейном к Мариинскому саду (некогда знаменитый среди бакинцев как «Молоканский» садик, ныне – сад «Хагани») [См.: 4, ф.389, оп.7, ед.хр.14, л.56об-57; 7, с.38]. Таким образом, ко времени введения в Баку в конце 70-х годов самоуправления здесь имелось пять водоемов-бассейнов.

В описаниях Баку начала 60-х годов XIX века приводятся свидетельства устройства здесь цистерн для сбора дождевой воды. Так, морское ведомство «употребляло все усилия, чтобы снабдить жителей Баилова мыса (речь идет о военноморском контингенте – Ф.Т.) водою», для чего «предварительно» была устроена цистерна в 20000 ведер для сбора дождевой воды, «но в продолжение нескольких лет воды всистеме не собралось» и воду «по прежнему приходится возить из города» [14, с.86]. В другом источнике читаем, что дождевую воду «нигде на Кавказе так усердно не собирают, как именно здесь же около Баку, где оттого и много сооружений для этой цели» [13, с.220].

В 1878 году в Баку вводится общественное самоуправление. В материалах описываемого времени отмечается, что существовавшие водопроводы частью совсем пришли в негодность, частью истошились, начав давать воду в меньшем количестве. С увеличением населения росло и число колодцев, но воды для потребностей города было недостаточно. При том же большая часть колодцев давала соленую и жесткую воду, а Цициановский водопровод, снабжавший, «главным образом», в те времена город питьевой водой, – «безусловно вредную» [См.: 4, ф.389, оп.7, ед.хр.14, л.57об; 7, с.38-39, 46]. Забегая вперед, заметим, что к 1890 году вода из этого водопровода «совершенно» испортилась и городская управа запретила пользование фонтаном, в связи с чем постановлением Бакинской городской думы в том же году на его ремонт было ассигновано, по одним данным, 3500 рублей (решение от 28 июня – [См.: 4, ф.389,



оп.7, ед.хр.1, л.20]) , а по другим – 3000 рублей (решение от 12 ноября – «ремонт и соединение его с колодцем, указанным Г.З.А.Тагиевым» [См.: 7, с.42]).

Одиннадцатого января 1879 года на заседании Бакинской городской думы городской голова рассказал об «ощутительной нужде в воде» и о своем поручении «осмотреть на месте водопровод и самые источники». Выяснилось, что «Ханская вода настолько велика, что достаточна для ...города, но необходимо воду эту проложить в город по чугунным трубам», поэтому управа запрашивала ассигнований «на выпуск труб и работ по водопроводу». Г.З.А.Тагиев, бывший в то время гласным думы, высказавшись, что «Ханская вода действительно большая и достаточна для города», однако «необходимо предварительно иметь проектного водопровода и приблизительную смету, чтобы Дума могла ассигновать потребную сумму», предложил ассигновать 1000 руб. «частью на изыскание новой воды, а частью на вызов через публикацию специалистов» для составления проектов «на новые водопроводы». «Быть может – добавил он – найдутся люди, которые найдут возможность провести в Город новую воду и лучшую, чем Ханская». Дума большинством голосов постановила ассигновать сумму в 1000 руб. в распоряжение управы «для изыскания воды и вознаграждения тем, кто представит наилучший проектного водопровода», внеся эту сумму в роспись расходам на 1879 год [4, ф.389, оп.7, ед.хр.1, лл.1-1об].

В 1882 году горными инженерами Бацевичем и Соколовским был составлен на основе четырехмесячных изысканий отчет, который, как говорилось в обзоре истории водоснабжения Баку, «раз навсегда», «может быть, помимо воли его авторов, решил вопрос о подпочвенных водах окрестностей Баку, и решил его вполне отрицательно» [7, с.41-42]. В этом отчете для нас представляют интерес сведения о траектории Ханского и Цициановского водопроводов, их водоносности и состоянии.

Как отмечалось в отчете, от Ханского водопровода, «некогда доставлявшего пресную воду к фонтану на набережной и в Ханский дворец (Ширваншахов – Ф.Т.) в Крепости, в 1882 г. уцелело только 12 колодцев». Местные жители и «колодезники» рассказали одному из авторов отчета Соколовскому, что «однажды, во время сильного ливня, вода с гор, ворвавшись в один из плохо прикрытых люфтлохов ханской штольни, разрушил ее окончательно». «С тех пор» Ханский водопровод «более» не доставлял воды по штольне, а из оставшихся к 1882 году 12 колодцев жители, во дворах которых очутились эти колодцы, пользовались их водой для своих потребностей и отпускали ее водовозам. Соколовский считал, что с точки зрения гидротехники Ханский штрек «для получения максимума воды при минимуме обнажения водяной части пласта» был заложен неправильно и давал пояснение, что штрек «заложен на таком горизонте, что только лишь верхняя половина его врезывается в водоносный пласт и то проходит по его верхнему, более бедному водою, горизонту. Остальная же часть штрека, ниже 6 колодца, проходит по пустой породе и потому является совершенно бесполезной». В связи с этим Соколовский предлагал подкрепить штрек, местами углубить его, дабы иметь возможность определить его дебет, и просил на это 1500 руб., но это предложение не было принято [7, с.48,50].

Цициановский водопровод, по тому же отчету, доставлял воду штольной из колодцев, расположенных в верхней части города, по Чадровой (М.Алиев) улице в городские фонтаны – Цициановский и Молоканский. Всех колодцев было 41. От первых колодцев штольня направлялась вниз по Чадровой улице, затем шла вдоль Тазапирской улицы (имеется в виду Нижняя, ныне – Мирза Фатали) и сворачивала на Губернскую (Низами), по которой, пересекая Базарную улицу (проспект Азербайджана), доходила до Цициановского сквера, где были устроены водоразборные бассейны. От этих бассейнов вода была проведена по гончарным трубам к Молоканскому саду. Колодцы сверху были прикрыты каменными плитами и завалены землей; многие из них «приходились» посредине улицы, а два «даже» были скрыты под

постройками. Этот водопровод давал в 1882 году «приблизительно» 12500 ведер (одно ведро составляет почти 12,3 литров [См.: 15, с.259]) воды «весьма плохого качества», которая по фонтанам распределялась «приблизительно» так: Цициановский – 11500 ведер и Молоканский – 1000-1200 ведер в сутки. Исследуя приток воды в этом водопроводе, Соколовский отмечал также 12 «старинных» колодцев этого водопровода, соединенных штольной, идущей по Тазапирской улице, дававших «около 500 ведер в сутки». Как было сказано выше, Цициановский водопровод намечалось провести от источников Ханского, но этого, как видим, не произошло, так как питающие последний колодцы находились в зоне пресной воды. Тем не менее, «старинность» колодцев определенно наводит на мысль о том, что для прокладки (именно как начало) Цициановского водопровода была все-таки использована штольня какого-то старого или заброшенного водопровода. Двадцать девять же «более новых» его колодцев давали «около» 6000 ведер, остальные 6000 ведер «притекали в него на дальнейшем следовании штольни, просачиваясь через стенки породы». «С технической стороны» водопровод находился «в крайне неудовлетворительном виде». «Все подземные выработки, проходя по рыхлым породам, были либо вовсе не закреплены, либо если и были закреплены сухой кладкой камня, то оказались настолько тесными, что не только ремонт, но и осмотр их был невыносим». Что касается качества воды, то оно также оказалось «крайне неудовлетворительным». Объяснялось это тем, что колодцы, питавшие водопровод, были заложены в местности, «все» колодцы которой давали соленую воду. В этой «именно» местности оказались колодцы с «наихудшей, по химическим анализам, водою» [7, с.47-48].

Горными инженерами был составлен проект водопровода, «питаемого как колодезной, так и дождевой водой, собираемой искусственно». Однако в проекте не нашли отражение ни дебет воды водопровода, ни стоимость сооружений. Третьего ноября 1883 года, т.е. через год после доклада проекта, Бацевичем была сделана приписка к проекту: «Приведя все...работы, можно будет значительно увеличить количество годной для питья воды, в г.Баку. Во всяком случае количество почвенной воды, собранной в гор.Баку и самых ближайших его окрестностях, достаточно будет только для домашнего потребления городских жителей». Как справедливо отмечал составитель ссылаемого нами обзора водоснабжения Баку: «Вряд-ли нужно пояснять, что именно эта приписка...и решила безвозвратно участь...проекта» [7, с.46]. Если принимать во внимание предложение Соколовского по поводу Ханского водопровода, то можно считать, что все возвращалось «на круги своя», т.е. к разработке или, скорее, «доработке» Ханского водопровода, который, говоря современным языком, физически и морально устарел и не мог уже отвечать запросам растущего города и интересам городских властей.

С этого времени, можно считать, начинается новая эра в водоснабжении Баку – отходит на второй план устаревшая система и начинается пробиваться – другая, более усовершенствованная, и более соответствующая потребностям времени. И здесь необходимо отметить начинания будущего «отца» города и нации Г.Тагиева и его дальновидность, уже тогда видевшего перспективу родного города и умевшего выразить чаяния своего народа.

Отраженная нами картина наглядно свидетельствует о затруднениях, которые испытывал развивающийся город в области водоснабжения и о злободневности этого вопроса в рассматриваемый период.

#### Список литературы

1. Н.Sarabski Köhnə Bakı. Bakı, Yazıcı, 1982-ci il, 253 s.
2. Березин И. Путешествие по Востоку. Т.1. Путешествие по Дагестану и Закавказью. Изд.2. Казань, 1850

3. Вардзигулов А.Н. Фильтровальная станция Саруханово-Куринского Акционерного Общества – Известия Бакинской Городской Думы, №4, апрель 1915 г. II-я часть, с.13-30
4. Государственный Исторический Архив Азербайджанской Республики
5. Исмизаде О. Ш., Мансуров М. М. Новые данные о водоснабжении города Баку в прошлом – Доклады АН Азербайджанской ССР, т. 19, №7, 1963, с.89-92
6. Исмизаде О. Ш., Османов Ф. Л. Еще один рукав средневекового подземного водопровода города Баку – Доклады АН Азербайджанской ССР, т. 21, №6, 1965, с.90-95
7. Лукомский Н. К истории Бакинского водопровода – Известия Бакинской Городской Думы, №№5-6, май-июнь 1915 г.. I-я часть, с.36-50
8. Михайловский А. Реформа городского самоуправления в России. М., Книгоиздательство «Польза» В.Антик и К<sup>о</sup>, 1908, 110 с.
9. Научный архив Института истории им.А.А.Бакиханова НАН Азербайджана
10. Салаева Р. Нахчыван – наследие архитектуры. Баку, издательство “Азербайджан”, 2002, 240 с.
11. Саламзаде А. В. О бакинском водопроводе феодального периода – Доклады АН Азербайджанской ССР, т. 12, №3, 1956, с.225-231
12. Спасский-Автономов К. Баку – Кавказский календарь на 1852 г. Тифлис, 1851
13. Торопов Н. Опыт медицинской географии Кавказа относительно перемежающихся лихорадок. СанктПетербург., 1864
14. Ухтомский А. Устья Волги и Каспийское море: Путевые заметки. – Морской сборник, т.108, №6, 1870, с.41-94
15. Шостьин Н.А. Очерки русской метрологии. XI-начало XX века. М., Издательство стандартов, 1975, 272 с.

### **XIX ƏSRDƏ (80-Cİ İLLƏRİN ORTALARINADƏK) BAKI ŞƏHƏRİNİN SU TƏCHİZATININ TARIXINDƏN**

**Tağıyev F.Ə.**

*AMEA, A.A.Bakıxanov adına Tarix İnstitutu, Bakı şəhəri, hacıhasanov@mail.ru*

#### **XÜLASƏ**

Məqalədə Bakının ənənəvi kəhriz sistemi ilə su ilə təchiz olunması, XIX əsrin 60-cı illərində şəhərdə yeni su hövzələrinin yaradılması, içməli suyun böyüyən şəhərin ehtiyaclarının ödənməməsi və bunun nəticəsi olaraq yeni su mənbələrinin axtarışının başlanılmasının qərara alınmasından bəhs olunur.

### **ON THE HISTORY OF WATER SUPPLY OF BAKU CITY IN THE 19<sup>th</sup> CENTURY (until the mid-80s)**

**Tagiyev F.A.**

*Institute of History of Azerbaijan National Academy of Sciences, Baku, hacıhasanov@mail.ru*

#### **SUMMARY**

The article deals with the traditional water pipe – kyahriz – the water supply system of Baku; the creation of new water reservoirs in the 60s of the 19th century; the shortage of drinking water to meet the needs of the growing city and search for new sources of water that began as a result of it.

## ПУСКО-НАЛАДОЧНЫЕ РАБОТЫ РЕКОНСТРУИРОВАННОГО БЛОКА БИОЛОГИЧЕСКОЙ ОЧИСТКИ ОЧИСТНЫХ СООРУЖЕНИЙ г.ПОДОЛЬСКА

<sup>1</sup>Явтушенко М.В.,<sup>2</sup>Рузаев В.И.

<sup>1</sup>Начальник ОСК - МУП «Водоканал» г.Подольска; О.В.Тарасова-инженер-технолог ОСК - МУП «Водоканал» г.Подольска

<sup>2</sup>Генеральный директор ЗАО НПФ «БИФАР»; С.Д.Беляева – директор по научной работе ЗАО НПФ «БИФАР», к.т.н.; А.В.Бибяев – начальник проектного отдела ЗАО НПФ «БИФАР»,;  
М.А.Беляев – инженер 1-ой категории ЗАО НПФ «БИФАР».

Реконструкция блока биологической очистки является одним из этапов модернизации очистных сооружений г.Подольска, направленной на внедрение современных технологий и оборудования и повышение качества очистки воды в соответствии с жесткими требованиями к сбросу в водоемы рыбохозяйственного назначения.

Проект реконструкции разработан ЗАО НПФ «БИФАР» с учетом результатов исследований МУП «Водоканал», НИИ «ВОДГЕО» и МГАКХиС по отработке технологических параметров биологической очистки на экспериментальном блоке, в который был переоборудован один из аэротенков.

**В соответствии с проектом в 2012 г. была проведена реконструкция блока аэротенки-вторичные отстойники 4-ой очереди с объединением 2-х коридорных аэротенков в 4-х коридорные и выделением зон для осуществления процесса очистки с глубоким удалением азота и фосфора (рис.1). Проектная производительность реконструированного блока – 100 тыс. м<sup>3</sup>/сут. (В перспективе по проекту предусматривается новое строительство блока биологической очистки на 50 тыс. м<sup>3</sup>/сут).**



Рис.1.

Контактные резервуары реконструированы в сооружения доочистки, построен резервуар для грязной промывной воды; проведена реконструкция воздуходувной станции и установлены воздуходувки нового поколения на аэродинамических подшипниках; построена станция УФ-обеззараживания; заменены внутривоздушные коммуникации.

**Пуско-наладочные работы реконструированных и вновь построенных сооружений осуществлены специалистами МУП «Водоканал» и ЗАО НПФ «БИФАР».**

На первом этапе было осуществлено комплексное опробование оборудования на холостом ходу. В каждой из секций блока установлено следующее оборудование:

- в анаэробно-аноксидной зоне в каждом из 2-х коридоров установлено по два образателя потока Grundfos типа AFG 40.230.35 ( $Q = 17500 \text{ м}^3/\text{ч}$ ,  $D = 2300 \text{ мм}$ ,  $N = 4,0 \text{ кВт}$ ,  $n = 35 \text{ об./мин.}$ , всего в блоке 4 таких агрегата (рис.2);



- во второй анноксидной зоне установлено два образателя потока Grundfos типа AFG 22.130.77:  $Q = 6782 \text{ м}^3/\text{ч}$ ,  $D = 1300 \text{ мм}$ ,  $N = 2,2 \text{ кВт}$ ,  $n = 77 \text{ об./мин.}$  и принадлежности;

- для циркуляции иловой смеси между 1-ой анноксидной и анаэробной зонами и между 2-ой и 1-ой анноксидными зонами используются рециркуляционные насосы Grundfos SRP 130.80.375.11 с характеристиками:  $Q = 4250 \text{ м}^3/\text{ч}$ ,  $H = 0,38 \text{ м}$ ,  $N = 13 \text{ кВт}$ ,  $n = 375 \text{ об./мин.}$ ;

- для удаления избыточного активного ила из 2-ой анноксидной зоны в каждом аэротенке установлены два насоса с погружным двигателем Grundfos типа SL 1.50.65.11.2.50B с характеристиками:  $Q = 7,2\text{-}20\text{-}43,2 \text{ м}^3/\text{ч}$ ,  $H = 4,8\text{-}9,15\text{-}12,9 \text{ м}$ ,  $N = 1,1 \text{ кВт}$ ,  $n = 2830 \text{ об./мин.}$

Суммарная мощность всего установленного в одной секции оборудования составляет  $N_{\Sigma} = 48,6 \text{ кВт}$ .

- в аэробных зонах смонтирована аэрационная система с мембранными дисковыми аэраторами американской фирмы SSI.

Для сгребания осадка в приямок отстойник оборудован скребковым устройством Z2001 шведской фирмы Zickert (рис.3). Плавающие вещества удаляются с помощью скребка для сбора плавающих веществ Z-3900-1200 в поворотную щелевую трубу (рис.4) и эрлифтом перекачиваются в лоток.

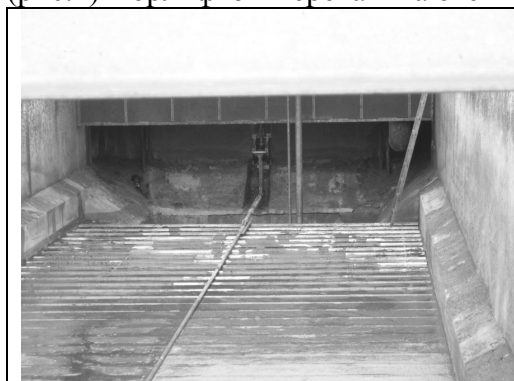


Рис.3.



Рис.4

Возвратный ил из каждого илового приямка перекачивается в существующий сборный трубопровод активного ила погружным насосом Grundfos S 1.80.200.75.4.50 ES 198 с параметрами:  $Q = 150-282-450 \text{ м}^3/\text{ч}$ ;  $H = 2,6-5,56-7,5 \text{ м}$ ;  $N = 7,5 \text{ кВт}$ ;  $n = 1444 \text{ об./мин.}$

В процессе пуско-наладочных работ был произведен запуск оборудования, отрегулирована скорость движения скребкового механизма и режим удаления плавающих веществ.

Для контроля за технологическим процессом на сооружениях установлены автоматические анализаторы и измерительные датчики. Датчики объединены в несколько измерительных сетей на базе многоканальных контроллеров sc 1000 и sc 200. Подключение сети к системе SCADA осуществлено через интерфейс Modbus. Автоматический контроль поступающих, проходящих по сооружениям и очищенных стоков осуществляется по содержанию взвешенных веществ, растворенной органики, аммония, нитратов, фосфатов, pH, t, ОВП, растворенного кислорода. Показания приборов выведены на диспетчерский пункт.

В ходе пуско-наладочных работ уточнено количество поступающих сточных вод по данным расходомера, установленного в отводящем канале в здании УФО. Проектный среднесуточный расход сточных вод составляет 100 тыс.  $\text{м}^3/\text{сут}$ , а среднечасовой расход  $Q=4168 \text{ м}^3/\text{час}$ , максимально-часовой расход –  $6680 \text{ м}^3/\text{час}$ . Фактический расход сточных вод в течение суток колеблется от 2000-3000  $\text{м}^3/\text{час}$  в ночные часы до 4000-7000  $\text{м}^3/\text{час}$  в утреннее, дневное и вечернее время. Данные расходомера по динамике поступления сточных вод в течение суток за январь приводятся на рис.5а. Аналогичный режим поступления наблюдался и в другие месяцы пуско-наладочного периода.

По данным за март 2013 г. фактический среднечасовой расход сточной воды, поступающей на аэротенки, составлял 4523-5103  $\text{м}^3/\text{час}$  (108,5-122,5 тыс.  $\text{м}^3/\text{сут}$ ), т.е. превышал проектный (рис.5б). Превышение наблюдалось и в предыдущие месяцы пуско-наладочного периода. Максимальное превышение составило в апреле 2013г, в период паводка и составляло 6000-7000  $\text{м}^3/\text{час}$  (144-168 тыс.  $\text{м}^3/\text{сут}$ ) (рис.5в).

Рис.5а.

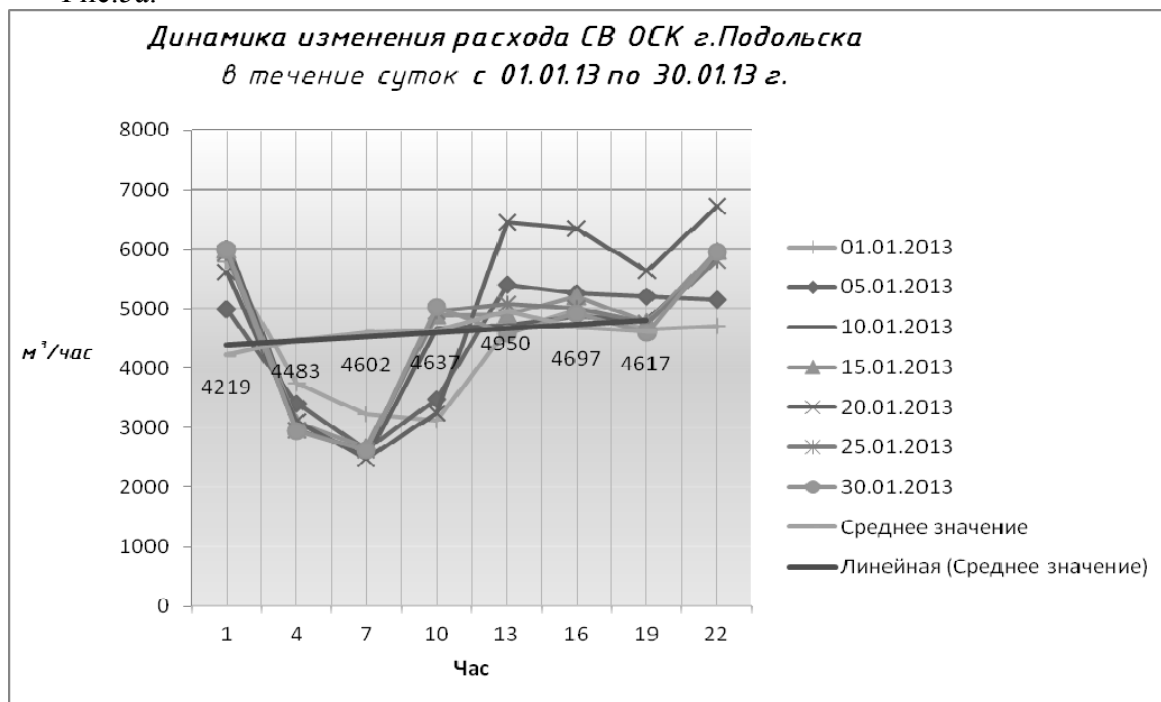


Рис.5в.

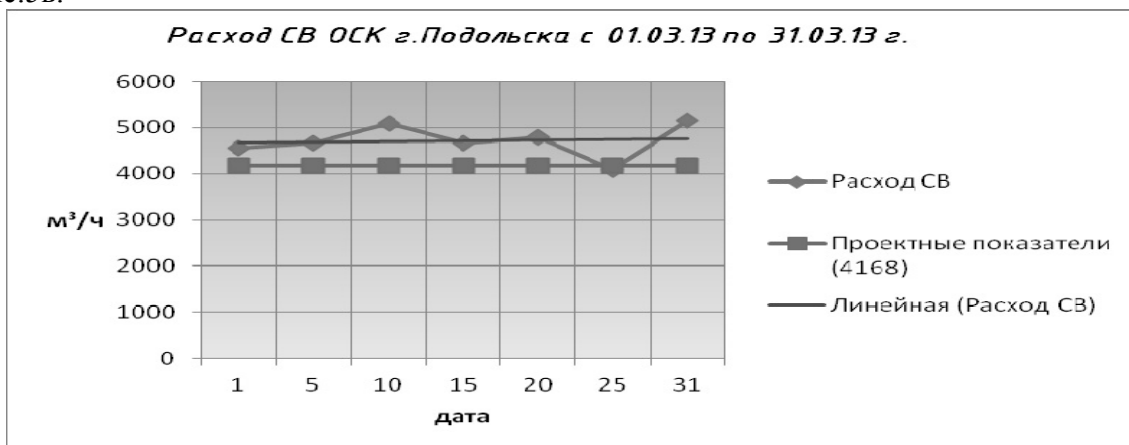
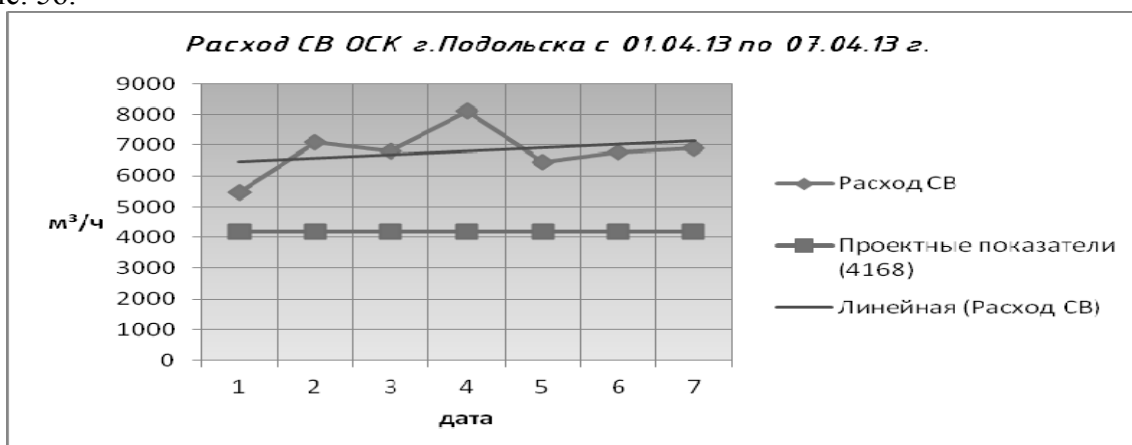


Рис. 5б.



Качество поступающей сточной воды определялось по данным автоматических анализаторов и датчиков, установленных в здании решеток и по данным химико-аналитического контроля усредненных проб. Среднесуточные концентрации ВВ в поступающей воде в декабре 2012 г. находились в диапазоне 402-580 мг/л, в марте среднесуточные колебания составили от 480 до 800 мг/л (рис.6), при расчетном проектном 360 мг/л); концентрация N-NH<sub>4</sub> в декабре, как и в другие месяцы, составляла - 27-29,8 мг/л –рис.7 (при расчетном 37 мг/л). Концентрация фосфора P-PO<sub>4</sub> колебалась от 3,0 до 6,0 мг/л (рис.8) (при расчетном 3,7 мг/л), наблюдалось колебание и по часам суток. Значение pH стоков составляло 7,1-7,5; t-19,3-19,6 град.С.

Рис.6.

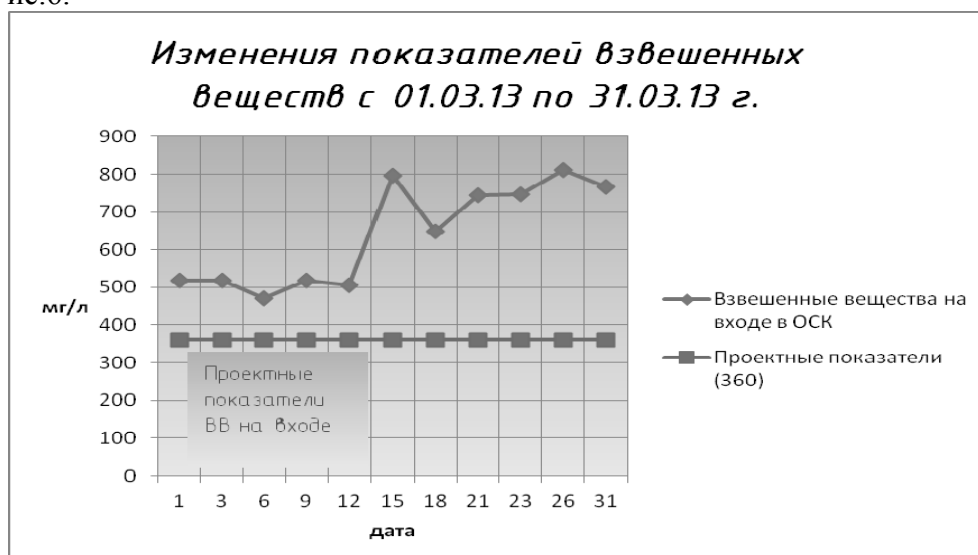


Рис.7.

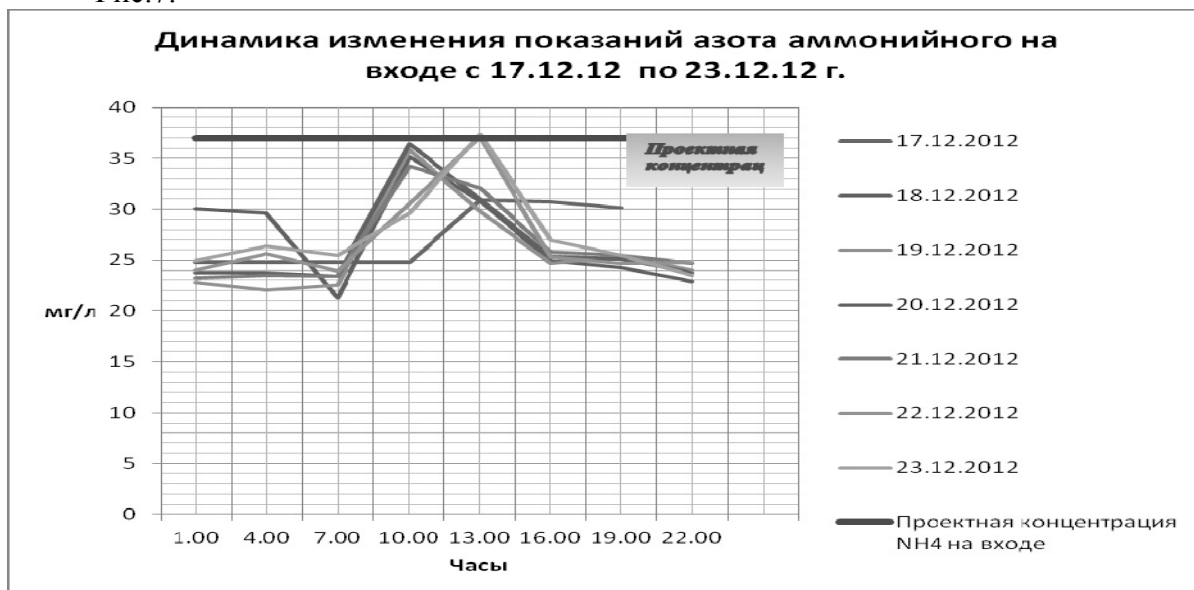
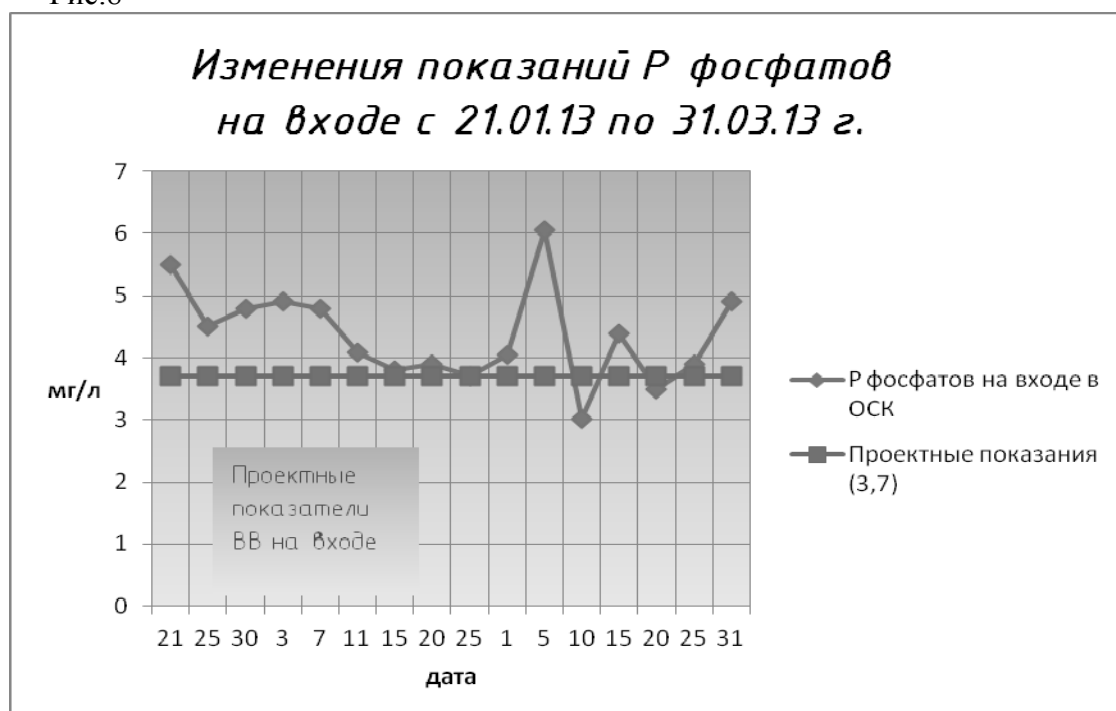


Рис.8



Анализ данных позволяет сделать вывод, что концентрации ВВ и Р-РО4 превышали расчетную проектную концентрацию; что, видимо, во многом связано с поступлением сливной воды от илоуплотнителей и фильтрата от узла обработки осадков.

В период паводка в апреле месяце и увеличенного расхода сточной воды концентрация ВВ снизилась и была близка к проектному значению (рис.9). В этот же период отмечено и снижение концентрации фосфора в поступающей воде (рис.10). На снижение концентраций ВВ и фосфора оказало влияние и изменение режима работы сооружений по обработке осадков.

По данным лабораторных анализов химико-аналитической лаборатории в январе-марте 2013 г. БПК в отстаиваемой пробе поступающей воды составляло 110-170 мг O<sub>2</sub>/л; после ПО 90 -130 мг O<sub>2</sub>/л; ХПК после ПО – 400-950 мг/л.



Рис.9.

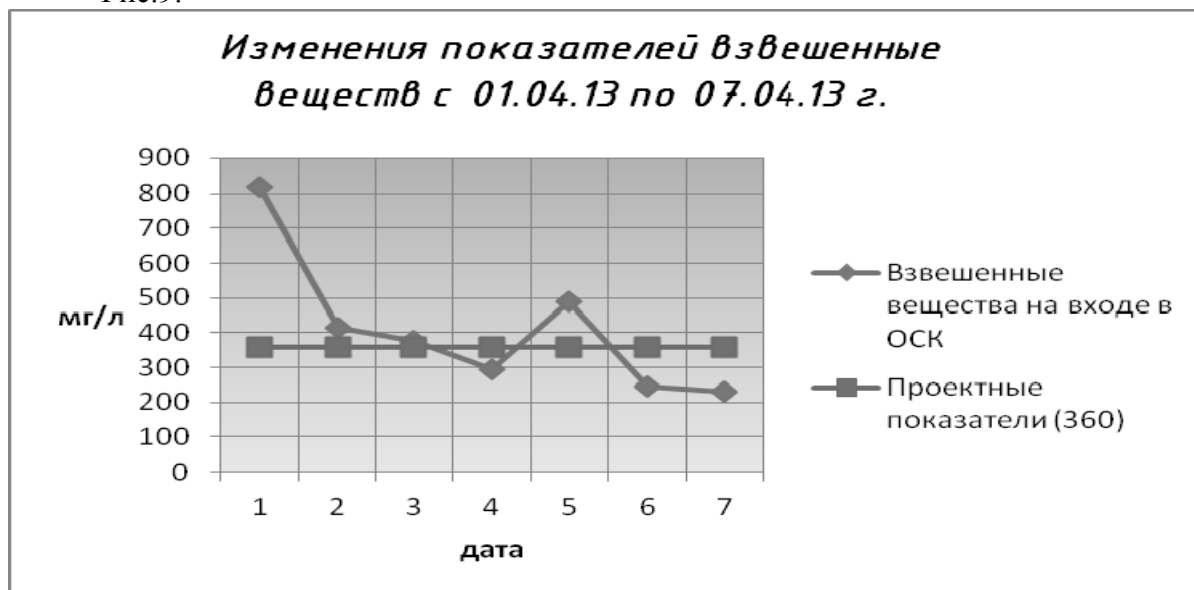
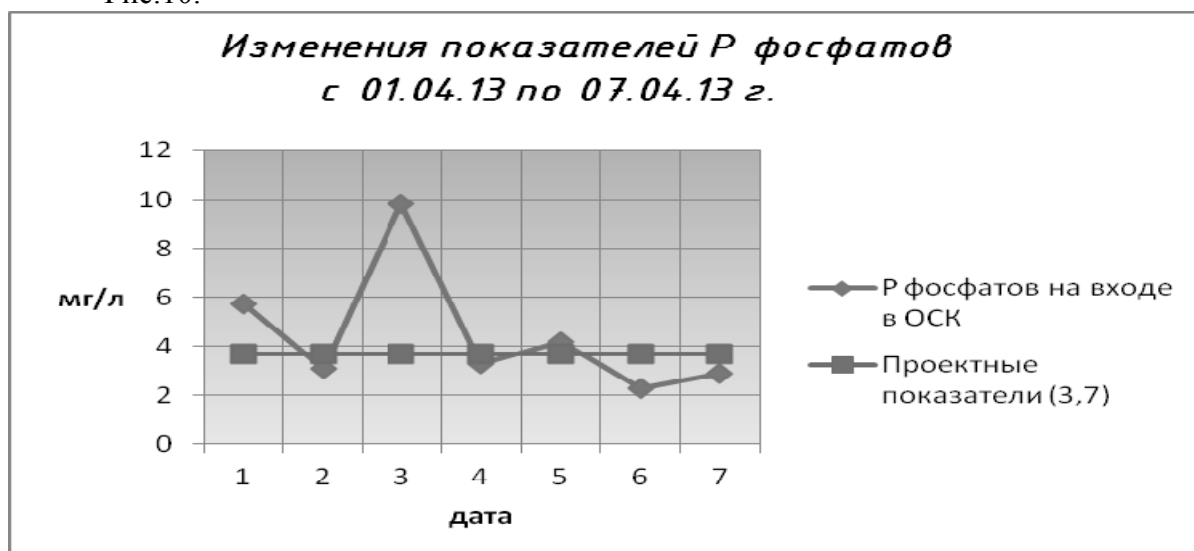


Рис.10.



**Пуско-наладка технологического процесса работы блока биологической очистки на ОСК г.Подольска осуществлялась постепенно** по мере реконструкции и установки оборудования в аэротенках и вторичных отстойниках. К сентябрю 2012 г. в работе находились три аэротенка (№№ 2-4) и ВО №№ 5-16, а также 2 секции блока доочистки и станция УФО. Воздух на введенные сооружения подавался 2-мя воздухоудувками NX-300 NEUROS в количестве 12000 куб.м/ час каждая ( в сумме 24000 куб.м/сут).

В середине октября 2012 г. введены в эксплуатацию аэротенк № 1 и ВО №№1-4, и выведена из эксплуатации 3 –я очередь очистных сооружений, запущенная на период реконструкции, таким образом, все сточные воды после узла механической очистки были направлены на реконструированные сооружения.

В период пуско-наладочных работ были выравнены расходы сточных вод по аэротенкам. Данные расходомеров, установленных в каналах поступающей осветленной воды на каждый аэротенк, подтверждают, что расход превышает проектный – на каждый аэротенк в октябре поступало от 30 до 37,5 тыс. м<sup>3</sup>/сут, по данным за март 2013 г. от 23 до 30 тыс. м<sup>3</sup>/сут. Максимальное количество воды поступает на аэротенк № 4, т.к. в этот аэротенк направляется вода из резервуара

грязной промывной воды после блока доочистки.

Важным этапом пуско-наладочных работ являлось наращивание дозы ила в аэротенках. Проектная доза ила составляет около 4,5 мг/л. В период с декабря 2012 г. по март 2013 г. доза ила составляла 3,5 – 6,4 г/л, доза ила по объему колебалась в процессе наладки от 30 до 74 мл, иловой индекс 100-129 мг/л.

Концентрация **растворенного кислорода** по данным лаборатории составляет:

- в анаэробной зоне – до 0,2 мг/л;
- в 1-ой аноксидной зоне – до 0,5 мг/л;
- во 2-ой аноксидной зоне – до 0,3 мг/л;
- в 1-ой аэробной зоне – 2,6-3,7 мг/л;
- во 2-ой- аэробной зоне – 5,9-7,4 мг/л.

В период пуско-наладочных работ при откачке возвратного ила из иловых приемков в существующий сборный трубопровод активного ила, происходило самопроизвольное отключение отдельных погружных насосов при их одновременной работе. В связи с указанным, было принято решение о временной схеме откачки возвратного ила при переменной работе в двух коридорах по 15 мин. Указанный режим обеспечивал коэффициент рециркуляции возвратного ила  $R_i \sim 0,5$ , что в 2 раза ниже проектного, кроме того, приводил к повышенному выносу взвешенных веществ при включении/отключении насосов. Были проведены различные корректирующие мероприятия с целью непрерывной откачки возвратного ила, но проектный режим работы насосов не достигнут, в связи с чем, анализ возможных причин нестабильной работы насосов продолжается.

**Доочистка воды осуществляется в блоке доочистки с ершовой загрузкой, на которой формируется иммобилизованная микрофлора (рис.11).** Ершовой загрузка на жесткой основе образует достаточно однородное поровое пространство с размерами пор, обеспечивающими формирование объемных структур из хлопьев активного ила, через которые фильтруется очищаемая жидкость. Наряду с физико-химическими процессами извлечения взвешенных и частично коллоидных веществ, имеют место и биологические процессы изъятия загрязнений биомассой прикрепленного ила, а также микроорганизмами второго и третьего трофических уровней (простейших, личинок, моллюсков и др.). Камера насыщения, предшествующая собственно биореактору, оборудована дисковыми аэраторами Ø 350 американской фирмы SSI .



Рис.11

**Отработка технологических параметров работы блока доочистки** началась с пуско-наладочными работами блока биологической очистки. Основными трудностями при запуске блока являлся повышенный вынос ВВ из ВО в период наладки сооружений биологической очистки и повышенный расход поступающих сточных вод. Был разработан алгоритм промывки в ручном режиме, отличный от проектного.

Контроль процесса очистки в биореакторах осуществляется с использованием двухканального универсального контроллера SC-100 с датчиком кислорода и мутности, установленными на выходе в каждом из биореакторов в обогреваемом шкафу.

**Промывная грязная вода собирается в резервуар грязной воды**, откуда с помощью погружных насосов (рабочий и резервный) перекачивается в распределительный коллектор перед аэротенками.

**Для подачи воздуха в существующем здании воздуходувной станции** установлены 6 единиц воздуходувных агрегатов NX-300 корейской фирмы NEUROS с параметрами: максимальная производительность 204 м<sup>3</sup>/мин (12200 м<sup>3</sup>/час, номинальная 10000 м<sup>3</sup>/час); рабочее давление 61,1 КПа; мощность двигателя 250 кВт (рис.12). Выбор этих агрегатов обусловлен высокой надежностью, низким энергопотреблением; малыми эксплуатационными расходами; малошумностью работы и практически отсутствием вибрации. Забор и подвод воздуха к агрегатам осуществляется той же системой, что и для агрегатов ТВ300-1,6. Воздуховоды выполнены из тонкостенных труб из нержавеющей стали.

Отработка технологических параметров работы воздуходувной станции осуществлялась поэтапно. **На первом этапе** проводилась отдельная отладка каждого из шести агрегатов; **на втором** проводилась отладка взаимосвязи каждого в отдельности и всех вместе агрегатов с главной панелью управления. Проверялась возможность работы в автоматическом режиме путем задания требуемого расхода воздуха. Так же отлаживалась возможность работы воздуходувок с заданной скоростью вращения импеллера; с заданным давлением; с заданным расходом. Результаты испытаний признаны успешными. В ходе пуско-наладочных работ были подтверждены рабочие параметры по расходу, давлению и мощности. В настоящее время в работе находятся 4 воздуходувки. Общее количество подаваемого воздуха составляет 40-42 тыс.м<sup>3</sup>/сут.

Экономия электроэнергии в среднем составляет 20-25 % по сравнению с работой воздуходувной станции до реконструкции.



Рис.12

**Станция УФ обеззараживания** (рис.13) размещается во вновь построенном здании, оборудована лотковыми вертикальными модулями 88МЛВ-36А600-М (2 раб. + 1 рез.) N = 22 кВт, установленными в железобетонном канале шириной 2,3 м и общей глубиной 3,40 м. Доза УФ излучения, обеспечиваемая рабочим УФ оборудованием, составляет не менее 30 мДж/см<sup>2</sup>. На случай аварийного отключения станции УФО предусмотрен обводной коллектор с затвором и шандорами. Отводится сточная вода по существующему коллектору d=2000 мм. Информация о работе модулей поступает как на местный пульт управления и контроля, так и в диспетчерский пункт. Для

предотвращения снижения оптических свойств кварцевых чехлов УФ модули снабжены устройствами механической очистки кварцевых чехлов от грязевого и солевого налета. Предусмотрена система химической промывки модулей с использованием 0,2% раствора щавелевой кислоты.



Рис.13

**Пуско-наладочные работы установки УФО** проводились разработчиками технологии и поставщиками оборудования ЗАО «ЛИТ» с 16.06.12 по 22.06.12 года. С 22.06.12 установка УФО работает в постоянном режиме. Контроль и анализ работы установки осуществляется специалистами МУП «Водоканал». Показатели качества очищенных сточных вод соответствовали установленным требованиям.

В ходе пусконаладочных работ и при последующей эксплуатации **отмечено отрицательное влияние повышенных концентраций ВВ**, неизбежно возникающее при запуске сооружений биологической очистки и доочистки и в условиях перегрузки сооружений, на состояние ламп и интенсивность излучения, что лишний раз подтверждает необходимость последовательного ввода в эксплуатацию сооружений при реконструкции и строительстве.

**В воде на выходе с очистных сооружений** остаточные концентрации аммонийного азота и фосфатов определяются с помощью промышленных автоматических анализаторов, подключенных к блоку для непрерывной подачи пробы. Нитратный и нитритный азоты, взвешенные и растворенные органические вещества, растворенный кислород и pH определяются путем автоматического контроля по показаниям датчиков, погруженных в поток очищенных стоков. Все датчики объединены в общую сеть sc 1000 и подключены сети к системе SCADA.

Среднесуточные показатели очищенных сточных вод по данным автоматического контроля в марте 2013 г. приводятся в табл.1. По результатам анализа видно, что на реконструированных сооружениях идут глубокие процессы нитриденитрификации и дефосфотации. Удаление фосфора достигает более 90 %, но при этом превышает жесткий норматив в 2-3 раза. Недостаточно-удовлетворительные результаты по ВВ, что является предметом дальнейших пуско-наладочных работ.

Среднечасовой расход, м <sup>3</sup> /час	Вход, мг/л				Выход, мг/л					
	ВВ	БПК <sub>п</sub>	N-NH <sub>4</sub>	P-PO <sub>4</sub>	ВВ	БПК <sub>п</sub>	N-NH <sub>4</sub>	N-NO <sub>3</sub>	P-PO <sub>4</sub>	Раств. O <sub>2</sub>
4500-4800	115-739	258-530	26-29	3,1-6,0	7-29	2,4-4,5	0,03-0,33	7,1-7,6	0,35-0,55	6-8
По проекту	360	270	37	3,7		3,0	0,39	9,1	0,2	

## ВЫВОДЫ И ПРЕДЛОЖЕНИЯ

**1. В процессе наладки реконструированных очистных сооружений биологической очистки и доочистки г. Подольска** установлено, что даже в условиях перегрузки очистных сооружений по расходу и концентрациям загрязнений в поступающей воде реконструированные сооружения биологической очистки обеспечивают глубокое удаление азота - **в большинстве случаев остаточные концентрации азота аммонийного и нитратного ниже проектных значений.**

**Эффективность удаления фосфора составляет 81-92 %, фосфор снижается с 3,1-6,0 мг/л до 0,4-0,6 мг/л, достигая при этом 0,2 мг/л на выходе из аэротенков.** Некоторое увеличение концентрации фосфатов после блока доочистки связано с гидравлической перегрузкой сооружений, влияющей на многие процессы, в т.ч. на вынос ила и на работу блока доочистки.

**Концентрация ВВ на выходе несколько выше проектного значения,** что объясняется увеличенной концентрации ВВ на входе, повышенной гидравлической нагрузкой и некоторыми проблемами, возникающими при работе оборудования, установленного во вторичных отстойниках.

**Концентрация растворенных органических веществ соответствует нормативным требованиям при сбросе в водоем рыбохозяйственного водопользования.**

**В целом технологическая схема, запроектированная с учетом результатов отработки процесса на экспериментальной линии, обеспечивает очистку воды с глубоким удалением органических и биогенных элементов.**

**2. Учитывая, что в основе технологического процесса на ОСК г. Подольска использована технология биологического удаления фосфора, целесообразно изменить схему подготовки осадков сточных вод к обезвоживанию с целью снижения поступления ВВ и фосфора со сливной водой из илоуплотнителей и фильтратом от обезвоживания осадков.**

**3. Продолжающиеся работы направлены на отладку процесса откачки возвратного ила и снижение концентрации ВВ в стоках после ВО; изменение технологической схемы обработки осадков.**

**4. В связи с перегрузкой очистных сооружений и с целью снижения гидравлической нагрузки на реконструированный блок необходимо осуществить строительство дополнительного блока сооружений биологической очистки производительностью 50 тыс. м<sup>3</sup>/сут, предусмотренного проектом.**

### Реферат

МУП «Водоканал» г.Подольска и ЗАО НПФ «БИФАР» проводятся пуско-наладочные работы реконструированного блока биологической очистки сточных вод. Осуществлен запуск технологического оборудования, мешалок и насосов рецикла, установленных в анаэробной и аноксидной зонах; оборудования вторичных отстойников; запущены новые воздуходувные агрегаты NX-300 корейской фирмы NEUROS. Уточнен режим промывки блока доочистки на момент проведения пуско-наладочных работ. Проведена наладка станции УФО.

Контроль за технологическими параметрами работы сооружений осуществлялся по данным автоматических анализаторов и датчиков и лабораторного контроля. Отмечено превышение расхода поступающих сточных вод по сравнению с проектным; установлено также превышение концентрации ВВ и фосфатов в поступающей воде. Сооружения, несмотря на превышение количества поступающих сточных вод и повышенную концентрацию загрязнений, обеспечивают глубокое удаление органических веществ и биогенных элементов.

## **AZƏRBAYCANIN SU TƏCHİZATI VƏ KANALİZASIYA SİSTEMLƏRİNDƏ İNNOVATİV ASPEKTLƏR**

**Eldarova G. Ə**

*“Azərsu” ASC “Sukanal” ETLİ, Bakı şəhəri,  
eldarovagunel90@gmail.com*

Müstəqillik xalqımızın böyük tarixi nailiyyəti və milli sərvətidir. Azərbaycan xalqı 25 il bundan öncə bərpa olunmuş bu tarixi hadisəni yüksək dəyərləndirir və hər il təntənəli şəkildə qeyd edir. Ötən bu illərdə ölkəmiz həyatının bütün sahələrində əsaslı dəyişikliklər olmuş, böyük nailiyyətlər qazanılmışdır. İqtisadiyyatımız inkişaf etdikcə, müstəqil dövlətimiz daha da güdrətlənib və beynəlxalq aləmdə nüfuzu artmışdır.

2016-cı il oktyabrın 18-də Azərbaycan Respublikasının dövlət müstəqilliyinin bərpa edilməsinin 25-ci ilini qeyd etdi. Bu illər ərzində demokratik, hüquqi və dünyəvi dövlətin qurulması xalqımızın tarixi nailiyyətidir. Ötən müddətdə xalqımızın ümummilli lideri Heydər Əliyev strategiyasına uyğun olaraq həyata keçirilmiş genişmiqyaslı tədbirlər ölkə iqtisadiyyatının dinamik inkişafına, sosial-mədəni həyatın canlandırılmasına səbəb olmuşdur. Ölkəmizdə neft və qeyri-neft sektorlarının yüksəlişi, iqtisadiyyatın hərtərəfli inkişafı təmin olunmuş, bu müddət ərzində infrastrukturun bütün sahələrində mühüm layihələr icra edilmiş və bu layihələr ölkə iqtisadiyyatının inkişafına, əhalinin sosial rifahının yaxşılaşdırılmasına zəmin yaratmışdır.

İnfrastrukturun mühüm sahələrindən sayılan su təsərrüfatı sektoru da ötən dövrdə böyük inkişaf yolu keçmişdir. Yeni infrastrukturların yaradılması əhalinin keyfiyyətli və fasiləsiz içməli suya olan tələbatının ödənilməsi, istehlakçıların kanalizasiya xidmətlərindən istifadəsinin yaxşılaşdırılmasına töhfələr vermişdir. Ümumilikdə dövlət müstəqilliyinin 25 ilində su təsərrüfatı sektorunda əldə olunan nailiyyətlər geniş və çoxşaxəlidir.

Şirin su ehtiyatlarının qismən məhdud olduğu və qeyri-bərabər paylandığı Azərbaycanda əhalinin içməli su təminatı həmişə aktual olmuşdur. XX əsrin əvvəllərində xeyriyyəçi, neft milyonçusu Hacı Zeynalabdin Tağıyevin bilavasitə dəstəyilə dövrünün mürəkkəb mühəndis kommunikasiyalarından sayılan Şollar su kəmərinin tikintisi ilə başlayan içməli su tarixinin sonrakı dövrlərində daha böyük layihələr icra olunmuşdur. SSRİ vaxtında yeni mənbələrin və infrastrukturun yaradılması ilə su çatışmazlığından əziyyət çəkən yaşayış məntəqələrinin problemlərinin mərhələlərlə həllinə başlanılmışdır [1].

Görkəmli dövlət xadimi Heydər Əliyevin 1969-cu ildə respublika rəhbərliyinə gəlişindən sonra su təsərrüfatında ciddi dönüş yaranmış, problemlərin kompleks həlli məqsədilə böyük layihələr sürətlə icra edilmişdir. Kür su kəmərləri sisteminin birinci növbəsi üzrə 30 aya görülməli işlər 12 aya başa çatdırılmış və 1970-ci ilin sentyabrında Bakı Kür suyunu qəbul etmişdir. Heydər Əliyevin xeyir-duası ilə 1980-ci ildə tikintisinə başlanmış Kür su kəmərləri sisteminin ikinci növbəsi 1988-ci ildə təhvil verilmişdir. Beləliklə, bu layihənin hesabına paytaxtda salınmış yeni yaşayış massivlərinin su təchizati təmin edildi. Ceyranbatan sutəmizləyici qurğularının 3-cü mərhələsinin inşası da Heydər Əliyevin adı ilə bağlıdır. Belə ki, onun rəhbərliyi altında məhsuldarlığı saniyədə 2,22 kubmetr olan qurğu 1978-ci ildə istismara verildi.

Paytaxt Bakının tullantı infrastrukturunun inkişafını nəzərdə tutan “Böyük kanalizasiya” layihəsinin işlənilib hazırlanması və reallaşdırılması da 1970-80-ci illərə təsadüf edir. Heydər Əliyevin birbaşa nəzarəti altında həmin dövrdə Azərbaycanın ən böyük çirkab sutəmizləyici qurğusu olan Hövsan Aerasiya Stansiyası, həmçinin bu gün də paytaxtda yaranan tullantı sularının kənarlaşdırılmasında əsas arteriya rolunu oynayan “Sənaye zonası”, “Şəhərkənarı” və “Sahil” kollektorları inşa edilmişdir.

Azərbaycanın əksər şəhər və rayon mərkəzlərində içməli su və kanalizasiya infrastrukturunun yaradılması Heydər Əliyevin 1969-82-ci illəri əhatə edən birinci hakimiyyəti

dövrünə təsadüf edir. Həmin illərdə bölgələrdə yeni su mənbələri yaradılmış, su anbarları, su və kanalizasiya xətləri, nasos stansiyaları tikilmişdir.

1993-cü ildə xalqın təkidi ilə Heydər Əliyev yenidən hakimiyyətə qayıtdıqdan sonra içməli su təchizatının yaxşılaşdırılmasını yenə də diqqət mərkəzində saxladı. Azərbaycanda siyasi sabitlik bərqərar edildikdən dərhal sonra beynəlxalq maliyyə qurumlarından su sektoruna kredit cəlbə ilə bağlı danışıqlara başlandı. Danışıqların nəticəsi olaraq Beynəlxalq İnkişaf Assosiasiyası (BİA) tərəfindən “Böyük Bakının Su Təchizatı Sisteminin Yenidənqurulması Layihəsi” yaradıldı, Ümumdünya Bankı ilə Avropa Yenidənqurma və İnkişaf bankları tərəfindən maliyələşdirildi. “Böyük Bakının Su Təchizatı Sisteminin Yenidən Qurulması Layihəsi”nə güzəştli şərtlərlə 94,9 milyon dollar kredit ayrıldı. Sonralar 25 noyabr 2000-ci il tarixində Xəzər dənizində baş vermiş zəlzələ və sonrakı təkanlar nəticəsində Bakı şəhərinin su təchizatı sisteminin obyekt və qurğularına dəymiş ciddi zərərlərin aradan qaldırılması məqsədilə əlavə olaraq 13,5 milyon ABŞ dolları dəyərində kredit ayrıldı. Faktiki olaraq layihə üzrə görülən işlərin dəyəri 100,93 milyon ABŞ dolları (Ümumdünya Bankı tərəfindən 65,99 milyon, Avropa İnkişaf və Bərpa Bankı tərəfindən 22,72 milyon ABŞ dolları ayrılmış və bu layihədə Azərbaycan tərəfinin payı 12,22 milyon ABŞ dolları olmuşdur) məbləğinə başa gəlmişdir. Bu layihə su təchizatı sisteminin sabitləşdirilməsinə, suyun keyfiyyətinin yaxşılaşdırılmasına, Bakı şəhərinin 10 rayonunda sənaye-istehsalat bazalarının inşasına, şəhər su kəmərləri şəbəkələrində daim qəzalı vəziyyətdə olan hissələrinin dəyişdirilməsi məqsədilə müxtəlif diametrli boruların alınmasına, elektro-mexaniki laboratoriya və xlorator avadanlıqlarının alınmasına xüsusi təyinatlı nəqliyyat vasitələrinin və texnikaların, məişət və sənaye sayğaclarının alınmasına yönəldilmişdir. Bu layihənin icrası 2005-ci ildə başa çatdırılmışdır.

Bu Layihə çərçivəsində alınan kredit nəinki Azərbaycanda, hətta postsovet məkanında infrastruktur layihələrinin icrası məqsədilə xarici banklardan alınmış ilk böyük məbləğli kredit idi. 1998-ci ildə icrasına başlanılan layihə çərçivəsində Kür və Ceyranbatan sutəmizləyici qurğular kompleksləri yenidən quruldu, bununla da təmizlənən suyun keyfiyyət göstəriciləri standartlara uyğunlaşdırıldı. Eyni zamanda Bakı şəhərinin su təchizatının dayanıqlığını təmin etmək üçün mərkəzi nasos stansiyalarında reabilitasiya tədbirləri görüldü.

Bakı şəhəri və Abşeron yarımadasının su təchizatında müstəsna əhəmiyyət daşıyan Oğuz-Qəbələ-Bakı su kəməri layihəsinin ideya müəllifi də Heydər Əliyevdir. Məhz onun rəhbərliyi ilə 2002-ci ilin dekabrında bu məsələ hökumət səviyyəsində müzakirə edildi və yeni su kəmərinin tikintisi üzrə araşdırmalara başlandı.

2003-cü ilin oktyabrında İlham Əliyevin xalqın etimadını qazanaraq prezident seçilməsi ilə ölkəmizin həyatında yeni mərhələ başlandı. Heydər Əliyevin başlatdığı sosial-iqtisadi və struktur islahatları Prezident İlham Əliyev tərəfindən uğurla davam etdirildi. Ölkə başçısı əhəlinin içməli su təchizatının və kanalizasiya xidmətlərinin yaxşılaşdırılması məqsədilə bu sektorda struktur islahatlarına qərar verdi.

Görkəmli siyasi xadim Heydər Əliyevin göstərişi ilə icrasına başlanılmış Oğuz-Qəbələ-Bakı su kəməri layihəsinin aktiv tikinti fazası Prezident İlham Əliyevin rəhbərliyi ilə həyata keçirildi. 2007-ci ilin martında təməli qoyulan kəmərin inşası Dövlət Neft Fondundan maliyyələşdirildi. Prezident İlham Əliyev bir neçə dəfə tikinti sahələrinə səfər edərək inşaat işlərini şəxsən nəzarətdə saxladı. Layihədə nəzərdə tutulan işlər 2010-cu ilin dekabrında yekunlaşdı və yeni il ərəfəsində kəmərlə nəql olunan su Bakı sakinlərinə çatdırıldı. Məhsuldarlığı 5,0 m<sup>3</sup>/san. olan D2000 mm diametrli şüşəlifli borulardan istifadə olunmaqla tikilmiş 262 kilometr uzunluğunda özüaxımlı kəmərlər Abşeron yarımadasının su təminatında müstəsna əhəmiyyət daşıyır. Məhz bu kəmərin, eləcə də digər mənbələrin imkanlarından istifadə etməklə bu gün Bakı şəhərində xidmət göstərilən əhəlinin 4-də 3-dən çoxu fasiləsiz və keyfiyyətli içməli su ilə təmin edilir [2].

“Azərsu” ASC yaranandan sonra Bakı şəhərində formalaşan tullantı sularının təmizlənərək kənarlaşdırılmasına xidmət edən əhəmiyyətli bir layihə Hövsan Aerasiya

Stansiyasının yenidən qurulması layihəsi reallaşdırıldı. Fransa hökumətinin krediti hesabına stansiyada yeni qurğular tikildi, köhnə avadanlıqlar yeniləri ilə əvəz olundu. Nəticədə Stansiyasının məhsuldarlığı sutkada 480 min kubmetrdən 640 min kubmetrə çatdırılmaqla yanaşı, tullantı sularının bioloji təmizlənməsi prosesi avtomatlaşdırıldı. Layihənin tərkib hissəsi olaraq Zığ kanalizasiya nasos stansiyası yenidən quruldu və yeni təzyiqli kanalizasiya xətləri inşa olundu.

Əsası xalqımızın ümummilli lideri Heydər Əliyev tərəfindən qoyulmuş və bu gün də möhtərəm Prezident İlham Əliyev tərəfindən uğurla davam etdirilən sosial-iqtisadi inkişaf strategiyası ən ucqar kəndlər də daxil olmaqla, regionların sürətli inkişafına gətirib çıxarmışdır. Bu inkişaf infrastrukturun digər sahələrində olduğu kimi, içməli su təchizatı və kanalizasiya sahəsində də köklü dəyişikliklərə səbəb olmuşdur.

Regionlarda həyata keçirilən layihələr hazırlanarkən əhali artımı, sənayenin inkişafı, turizm potensialı, ekoloji tarazlıq və digər amillər əsas götürülmüşdür. Cənab Prezidentin tapşırıq və tövsiyələrinə əsasən şəhərlərin su mənbələri seçilərkən ehtiyatları bol olan və daha çox yaşayış məntəqələrini əhatə edəcək mənbələrə üstünlük verilmişdir. Layihələndirmələr zamanı yeni texnologiyaların tətbiqi, müasir idarəetmə üsullarından istifadə, suyun keyfiyyət göstəricilərinə tam nəzarət və kadr hazırlığı məsələləri də nəzərə alınmışdır.

Regionların inkişafı ilə bağlı Dövlət Proqramları çərçivəsində “Azərsu” Açıq Səhmdar Cəmiyyəti tərəfindən regionlarda 4780 km içməli su xətti, 1950 km kanalizasiya kollektorları və şəbəkəsi, 119 ədəd su anbarı, 95 ədəd artezian və subartezian quyuları qazılmış, 41 ədəd su və kanalizasiya nasos stansiyaları tikilmişdir. Proqramlarda nəzərdə tutulmuş tədbirlər çərçivəsində Meliorasiya və Su Təsərrüfatı Açıq Səhmdar Cəmiyyəti tərəfindən 8, Ərazilərin Bərpa və Yenidən Qurulması üzrə Dövlət Agentliyi tərəfindən 6 rayon mərkəzində su və kanalizasiya layihələri icra olunmuşdur. Bu rayonlarda görülmüş işlər də nəzərə alınmaqla, regionlarda 650 min nəfər əhali fasiləsiz olaraq içməli su ilə təmin olunur ki, bunlardan da 130 mindən çox sakin ilk dəfə mərzərləşdirilmiş qaydada içməli su ilə təmin edilmişdir. Dövlət Proqramlarının icrasından əvvəl ölkə üzrə xidmət göstərilən əhalinin cəmi 26 faizi fasiləsiz içməli su alırdısa, hazırda bu rəqəm 55 faizə çatdırılmışdır [3].

2004-2008-ci, 2009-2013-cü və eləcə də 2014-2018-ci illəri əhatə edən Azərbaycan Respublikası regionlarının sosial-iqtisadi inkişafı Dövlət Proqramlarına uyğun olaraq su təchizatı və kanalizasiya sistemlərinin yenidən qurulması sahəsində böyük işlər görülmüşdür. Dövlət büdcəsi vəsaiti və beynəlxalq maliyyə qurumlarından cəlb olunmuş kreditlər hesabına ümumilikdə 52 şəhəri və 730 kəndi əhatə edən layihələr üzrə işlər icra olunur. İndiyə qədər respublikanın 43 şəhər və rayon mərkəzlərində içməli su və kanalizasiya layihələri həyata keçirilmişdir. Bunlardan 29-da (bu şəhərlərin 11-də layihələr dövlət büdcəsi vəsaiti, 18-də isə beynəlxalq maliyyə qurumlarından cəlb olunmuş kreditlər hesabına reallaşdırılır) işlər “Azərsu” ASC, 8-də Meliorasiya və Su Təsərrüfatı ASC, 6-da isə Ərazilərin Bərpa və Yenidən Qurulması üzrə Dövlət Agentliyi tərəfindən icra olunmuşdur. Artıq 43 rayon mərkəzinin 20 şəhərində su təchizatı və kanalizasiya sistemlərinin yaradılması yekunlaşmış, 10 şəhərə isə yeni mənbələrdən suyun verilməsi təmin edilmiş, içməli su layihələri həyata keçirilmişdir.

Su təchizatı sahəsində görülən böyük işlər əhaliyə verilən suyun keyfiyyət göstəricilərinin müasir metodlarla tədqiqi və daim nəzarətdə saxlanılmasını zəruri edir. Bunu təmin etmək üçün 2013-cü ildə istifadəyə verilmiş yeni Mərkəzi Laboratoriya cəmi bir il sonra Beynəlxalq akkreditasiyadan keçmişdir. Burada içməli suyun 84, tullantı sularının isə 54 olmaqla, ümumilikdə 138 parametri təyin etmək mümkündür. Yeni laboratoriyanın yaradılması layihəsinə uyğun olaraq alınmış səyyar laboratoriyalar istənilən ərazidə və şəraitdə analizlərin aparılmasına, su mənbələrinin ilkin tədqiqinə imkan verir.

Digər bir laboratoriya isə su sayğaclarının yoxlanması, təmiri və onlara texniki qulluq göstərilməsinə xidmət edir. Müasir avadanlıqlarla təchiz olunmuş laboratoriyada məişətdə və sənayedə istifadə olunan su sayğacları dövlət müqayisəli yoxlamadan keçirilir, xətalər



müəyyən edilir, texniki göstəricilərə uyğun təzyiqə davamlılıq yoxlanılır və ehtiyac yarandıqda onların təmiri aparılır.

İnfrastruktur obyektlərinin və paylayıcı şəbəkələrin yenidən qurulması zamanı SCADA sisteminin tətbiqinə başlanılmışdır. Bu sistem infrastrukturun vahid mərkəzdən idarə olunmasını təmin etməklə, suyun mənbədən istehlakçıya ötürülməsini onlayn rejimdə tənzimləməyə imkan verir. Bununla paralel eyni zamanda Coğrafi İnformasiya Sisteminin yaradılması istiqamətində fundamental işlər görülmüşdür. “AzərsuCİS” adlanan bu sistem bütün şəbəkə infrastrukturunun rəqəmsal xəritələrə köçürülməsi üçün yaradılmışdır.

İcra olunan layihələr arasında Müştəri İnformasiya Sistemi xüsusi çəkisi ilə diqqət çəkir. Sistemdə texniki şərt, müqavilə, hesabat-faktura çapı və digər əməliyyatların avtomatlaşdırılması təmin edilmişdir. İstehlakçılara göstərilən müştəri xidmətlərinin asanlaşdırılması, şəffaflığın təmin edilməsi məqsədilə “Asan xidmət” mərkəzlərində abunəçilərə 10 istiqamət üzrə xidmətlərin göstərilməsinə başlanılmışdır. Maliyyə Hesabatlarının Beynəlxalq Standartlarına əsasən aparılması istiqamətində də uğurlu addımlar atılmış, konsolidasiya sistemlərinin avtomatlaşdırılması üçün 1C proqramının tətbiqinə başlanılmışdır.

Bakı şəhəri və bütövlükdə Abşeron yarımadasında su təchizatı və kanalizasiya sektorunda görülməli işlərin və Dövlət Proqramının icrasının səmərəliliyini artırmaq məqsədilə 2035-ci ilə perspektiv inkişaf nəzərə alınmaqla su təchizatı, kanalizasiya sistemləri və yağış sularının idarə olunması üçün Master Plan hazırlanmışdır. 18 bölmədən ibarət sənəd su təchizatı və kanalizasiya sistemlərinin yenidən qurulması, sektorun institusional və normativ bazasının təkmilləşdirilməsi, təmizlənmiş tullantı sularının təkrar istifadəsi, ekoloji tarazlıq və digər amillər əsas götürülmüşdür.

Master Plana uyğun olaraq Bakı şəhəri və Bakı ətrafı ərazilərdə 550 km magistral, 8100 km paylayıcı su xətlərinin, həcmi 1 milyon 150 min kubmetr olan su anbarlarının, 150 km-i tunel tipli olmaqla 680 km kanalizasiya kollektorlarının, 6400 km kanalizasiya şəbəkəsinin, 900 km yağış kollektorlarının və məhsuldarlığı sutkada 1 milyon 400 min m<sup>3</sup> olan 11 ədəd çirkab sutəmizləyici qurğunun tikintisi layihələndirilib. Master Planın hazırlanması ilə paralel görülməli işlərin layihələndirilməsinə və tikintisinə başlanılmışdır.

Master Planın su təchizatı bölməsinin ən böyük layihəsi olan Ceyranbatan ultrasüzgəclli sutəmizləyici qurğunun tikintisi yekunlaşmışdır. 2011-ci ilin sentyabrında təməli Prezident İlham Əliyev tərəfindən qoyulan layihə çərçivəsində Ceyranbatan gölündən suyun götürülməsi təmin edilmiş, subölüşdürücü kameranın, anbarların, yardımçı infrastrukturun tikintisi yekunlaşmış və qurğu işə salınmışdır. Məhsuldarlığı saniyədə 6 kubmetr olan (gələcəkdə bu qurğunun məhsuldarlığı 7,2 m<sup>3</sup>/san-yə çatdırılacaqdır) Ceyranbatan ultrasüzgəclli sutəmizləyici qurğunun istismara verilməsilə Abşeron yarımadasında 1 milyondan artıq insanın su təchizatı əsaslı şəkildə yaxşılaşdırılmış, yarımadaanın şərq hissəsində mərkəzləşdirilmiş su şəbəkəsinə qoşulmayan qəsəbələrin və yeni yaşayış massivlərinin içməli su problemi öz həllini tapmışdır.

Eyni zamanda 84 km uzunluğunda Ceyranbatan-Balaxanı-Ramana-Qala-Zirə magistral kəmərinin, həmçinin içməli suyun optimal paylanması məqsədilə kəmərin marşrutu boyu layihələndirilmiş Abşeron, Saray, Balaxanı, Ramana, Qala və Zirə anbarlarının tikintisi yekunlaşmışdır.

Beləliklə, son illər görülmüş işlər nəticəsində Abşeron yarımadasında 260 min nəfər ilk dəfə mərkəzləşdirilmiş qaydada içməli su ilə təmin edilib və fasiləsiz su alanların sayı 900 min nəfərdən 2 milyon 40 min nəfərə çatdırılmışdır.

Bakı şəhəri və ətraf qəsəbələrdə yaranan çirkab suların toplanaraq idarə olunması üçün də ilkin konseptual layihənin hazırlanmasına başlanılmışdır. Yaranacaq çirkab suların əsasən özütəmizləyici rejimdə ötürülməsini təmin etmək məqsədilə Xəzər dənizinin sahilı boyunca, Sumqayıt şəhərindən Ələt qəsəbəsinə qədər ümumi məhsuldarlığı sutkada 1 milyon 406 min kub metr olan 11 yeni çirkab su təmizləyici qurğunun inşası nəzərdə tutulmuşdur (Pirşağa-60 min, Müşfiqabad-15 min, Şüvəlan-60 min, Pirallahı-12 min, Lökbatan-300 min, Səngəçal

(Sahil)-150 min, Ələt-15 min, Hövsan-560 min, Türkan-24 min, Sumqayıt 200 min, Qobustan-10 min). Su təchizatı və kanalizasiya sistemlərinin layihələndirilməsi zamanı özünəməxsus rejimlərin təmin olunması üçün tunel tipli kollektorların inşasına üstünlük verilmişdir. İndiyə qədər çəkilən 100 km-ə yaxın kanalizasiya kollektorunun 36 km-i tunel tiplidir.

Abşeron yarımadasında kanalizasiya infrastrukturunun inkişafı istiqamətində də mühüm tədbirlər həyata keçirilir. İnnovativ texnologiyalardan istifadə edilməklə Bayıl-Bibiheybət-Lökbatan tunel tipli kanalizasiya kollektorunun (ümumi uzunluğu 15 km olan) inşası başa çatdırılmışdır. Uzunluğu 19 km olan Sumqayıt-Novxanı-Sahil kanalizasiya mikrotunelin tikintisi başa çatdırılmış, kollektor üzərində 2 ədəd nasos stansiyası tikilmişdir. Digər sahələrdə Xocasən-Binəqədi-Xırdalan (ümumi uzunluğu 24 km olan kollektorun 3,2 km hissəsində tunel qazılmışdır), Zabrat-Kürdəxanı-Pirsağı (ümumi uzunluğu 11 km olan kollektorun 3 km hissəsi tikilmişdir) kanalizasiya mikrotuneli, Dərnəgül-Balaxanı-Qaraçuxur (ümumi uzunluğu 18,7 km olan kollektorun 5,2 km hissəsində tunel qazılmışdır) tunel tipli kanalizasiya kollektorlarının tikintisi davam etdirilir. Lökbatan çirkab sutəmizləyici qurğularının suötürücü kanalizasiya nasos stansiyasında tikinti və tikinti quraşdırma işləri və nasosxanadan dənizə çıxış xəttinin (D1600 mm, L=2,7 km) tikintisi tam başa çatdırılmışdır.

İcməli sudan əziyyət çəkən yaşayış məntəqələrinin su təminatına hesablanmış Şirvan-Muğan və Sabirabad-Saatlı su kəmərlərinin tikintisi regionların inkişafı baxımından xüsusi əhəmiyyət daşıyır. 2012-ci ildə Prezident İlham Əliyev tərəfindən təməli qoyulan Şirvan-Muğan kəmərinin 108 km uzunluğunda Hacıqabul-Biləsuvar hissəsi qısa müddətdə tikilərək istismara verilərək Hacıqabul, Şirvan və Biləsuvar şəhərlərinin sakinləri bu mənbədən icməli su verilmişdir. Gələcəkdə Neftçala şəhəri, həmçinin 121 kəndin sakinləri də bu layihədən faydalanacaqdır.

Kür magistral su kəmərlərindən Saatlı və Sabirabad şəhərlərinə qədər 62 km uzunluğunda magistral su kəməri çəkilmiş 2 ədəd hər birinin həcmi 10 min m<sup>3</sup> olan su anbarları tikilmiş Saatlı və Sabirabad şəhərlərinə icməli su verilmişdir. Növbəti mərhələlərdə bu kəmərdən 44 kəndə suyun verilməsi nəzərdə tutulmuşdur.

Mərkəzi Aran bölgəsinin sudan əziyyət çəkən yaşayış məntəqələrinin su təchizatına hesablanmış Külüllü mənbəyi son illər reallaşdırılmış ən böyük infrastruktur layihələrindəndir. Bu layihəyə uyğun olaraq Girdimançayın yatağında suqəbuledici qurğu tikilmiş, Zərdab şəhərinə 73, Ucar şəhərinə 56, Kürdəmir şəhərinə 27 Ağsu şəhərinə isə su verilməsi məqsədilə nasosxana tikilmiş və 25 km uzunluğunda magistral kəmərlər çəkilərək Külüllü su mənbəyindən şəhərlərə suyun verilməsi təmin edilmişdir. Gələcəkdə bu layihədən ətraf kəndlərin əhalisi də daxil olmaqla ümumilikdə 170 min nəfər faydalanacaqdır. Xanbulançay isə Cənub bölgəsində yaşayanların icməli su təchizatında müstəsna əhəmiyyətə malik layihədir. Lənkəran, Astara şəhərləri və 39 kəndi su ilə təmin etmək üçün Xanbulançay anbarının sahilində məhsuldarlığı sutkada 30 min kubmetr olan sutəmizləyici qurğunun inşası başa çatdırılmış, Lənkəran şəhərinə suyun verilməsi təmin edilmişdir, Astara şəhərində isə icməli suyun verilməsi məqsədilə bu mənbədən şəhərə qədər magistral kəmərin 28,7 km hissəsinin 15,2 km-i inşası tamamlanmış qalan hissənin inşası isə davam etdirilir.

Ötən müddətdə şəhər və rayon mərkəzləri ilə yanaşı su qıtlığı müşahidə olunan yaşayış məntəqələrində də su təchizatı sisteminin yaxşılaşdırılması sahəsində xeyli işlər görülmüşdür. Ağdam, Ağcabədi, Füzuli, Tərtər, Tovuz və Goranboy rayonlarının sərhədyanı yaşayış məntəqələri, həmçinin məcburi köçkünlərin kompakt yaşadığı qəsəbə və şəhərciklər daim diqqətdə saxlanılmışdır.

Beynəlxalq əlaqələrini genişləndirən “Azərsu” ASC ölkə daxilində və xaricdə keçirilən sərgi-konfransların, beynəlxalq əhəmiyyətli tədbirlərin fəal iştirakçısına çevrilmişdir. “Azərsu” ASC Dünya Su Şurasının, Beynəlxalq Su Ehtiyatları Assosiasiyasının üzvlüyünə qəbul edilmiş və 2015-ci ilin aprel ayında Koreya Respublikasında keçirilmiş 7-ci Dünya Su Forumunda Azərbaycanı uğurla təmsil etmişdir. Dünya Su Şurasının 7-ci Baş Assambleyasında

“Azərsu” ASC-nin sədri növbəti 3 il müddətinə Dünya Su Şurasının İdarə Heyətinə üzv seçilmişdir.

Azərbaycanın şəhər və rayon mərkəzləri, həmçinin içməli sudan əziyyət çəkən kənd və qəsəbələrdə həyata keçirilən su-kanalizasiya layihələri müstəqil Azərbaycan dövlətinin öz vətəndaşlarının sağlamlığı və sosial rifahının yüksəldilməsinə hesablanmış uğurlu siyasətinin əsas istiqamətini təşkil edir. Bu layihələr ölkə rəhbərliyi tərəfindən həyata keçirilən sosial-iqtisadi siyasətə böyük töhfələr verir. Əhalinin həyat şəraitinin yaxşılaşdırılmasını prioritet elan etmiş möhtərəm Prezident İlham Əliyevin tapşırıqlarını vaxtında və keyfiyyətlə icra etmək üçün “Azərsu” ASC-nin çoxminli kollektivi böyük ruh yüksəkliyi ilə çalışır. Qarşıya qoyulan tapşırıqlar uğurla yerinə yetirir və dövlət başçısının dediyi kimi, “Azərbaycanda içməli su problemi tamamilə aradan qaldırılacaq, hər bir kənd və şəhər 24 saat keyfiyyətli su ilə təmin ediləcəkdir.

### **Ədəbiyyat siyahısı**

1. A.C. Kəngərli. Təbiət sularının təmizlənməsi və emalı. Ali texniki məktəblər üçün dərslik. Bakı, “Maarif” nəşriyyatı, 1997, 246 səh, şəkilli.
2. “Azərbaycan Respublikası regionlarının 2014-2018-ci illərdə sosial-iqtisadi inkişafı Dövlət Proqramı”nın icrasının birinci ilinin yekunlarına həsr olunan konfransda “Azərsu” ASC-nin sədri Qorxmaz Hüseynovun çıxışı. <http://azersu.az/62-Statements>
3. Azərbaycan Respublikası regionlarının sosial-iqtisadi inkişafı Dövlət Proqramlarının icrasına həsr olunmuş konfransda “Azərsu” ASC-nin sədri Qorxmaz Hüseynovun çıxışı. <http://azersu.az/62-Statements>

## **ИННОВАЦИОННЫЕ АСПЕКТЫ ВОДОСНАБЖЕНИЯ И КАНАЛИЗАЦИИ В АЗЕРБАЙДЖАНЕ**

**Эльдарова Г.А**

*«Азерсу» ОАО Научно-Исследовательский и Проектный Институт «Суканал», город Баку,  
[eldarovagunel90@gmail.com](mailto:eldarovagunel90@gmail.com)*

### **РЕЗЮМЕ**

В статье динамичное развитие водного сектора экономики, инноваций и достижений, которые являются важными областями инфраструктуры, водного сектора, качество и бесперебойное снабжение питьевой водой для удовлетворения потребностей потребителей об улучшении санитарно-гигиенических услуг.

## **THE INNOVATIVE ASPECTS OF WATER SUPPLY AND SEWERAGE SYSTEMS IN AZERBAIJAN**

**Eldarova G.A**

*“Azersu” OJSC “Sukanal” Scientific Research and Design Institute, Baku city,  
[eldarovagunel90@gmail.com](mailto:eldarovagunel90@gmail.com)*

### **SUMMARY**

In the article the dynamic development of the water sector of the economy, innovation and achievements, which are important areas of infrastructure, water sector, quality and uninterrupted supply of drinking water to meet the needs of consumers on the improvement of health and sanitation services.

## ŞOLLAR SU KƏMƏRİ – DAYANIQLI VƏ ETİBARLI SU TƏCHİZATI SİSTEMİ

**Verdiyeva N.X.**

*“Azərsu” ASC “Sukanal” Elmi-Tədqiqat və Layihə İnstitutu, Bakı şəhəri,  
narminhuseynova92@gmail.com*

Birinci Bakı Kəmərlərinin tikilməsi 1893-cü-1917-ci illəri əhatə edir. Bu dövr su təchizatı mənbələrinin tikilməsi və məhdud imkanları olan sahələrə suyun verilməsi dövrüdür. Şirirləşdirilmiş dəniz suyu, yelkənli gəmilərlə gətirilən Kür suyu, və yerli Zaqulba su kəməri – bu dövrdə şəhəri və ətraf rayonları qidalandıran yeganə su mənbələri idi.

1893-cü ildə dəniz suyunu şirirləşdirən balaca və pis təchiz olunmuş qurğu tikilmişdir ki onun gücü gündə 30000 vedrə idi (  $350 \text{ m}^3/\text{gün}$  ). Bakının mədən rayonlarını su ilə təchiz etmək üçün isə Zaqulba su kəməri işə başlamışdır ki, onun da gücü gündə 45000 vedrə (  $550 \text{ m}^3/\text{gün}$  ) təşkil edirdi.

1908-ci ildə “Kür Suyu” özəl cəmiyyəti yaranmışdır və Kür çayından yelkənli gəmilərlə gündəlik 20000 vedrə su çatdırılırdı. Gətirilən Kür suyunun ancaq yarısı təmizlənirdi və bu səbəbdən suyun təmizlənməsi üçün şəhərin sahilində hovuzlar və amerikan markalı süzgəclər tikilmişdir. Su təchizatı mənbələrinin müxtəlifliyi və çoxluğu olan halda şəhərə daxil olan içməli su, orta hesabla adambaşına sutkada 1.3 vedrəni keçmirdi.

1899-cu ildə Bakı şəhər Duması Samur və Kür çayından Bakı şəhərinə su təchizatının layihələndirməsini mühəndis V.V. Lindleyə tapşırırdı. Lakin Lindleyin diqqətini Şahdağ, Qusar yaylası və Qusar çayının yatağı cəlb etdi. Şübhəsiz Qusarçay əbədi buzlaqlarla örtülmüş geniş dağlıq ərazidə olduqca etibarlı, qida mənbəyi rolunu oynaya bilərdi. Uzun müşahidələrdən sonra Lindley belə qənaətə gəldi ki, “Qafqaz dağlarının şimal yamaclarının sel suları ilə yuyulması nəticəsində geniş bir düzənlik mövcuddu. Düzənliyin qatları dənizə tərəf meyilli olmaqla, əsasən su keçirici qum və kiçik daşlardan ibarətdi. Bu qatların arasını gil pərdəsi tutur. Bütün bunlar bir yataqda, yaxud da ayrı-ayrı təbəqələr şəklində dağlardan dənizə doğru hərəkət edən güclü bir yeraltı axının olduğundan xəbər verir. Yay mövsümündə Şahdağın şimal yamacı suyun əksər hissəsini təşkil edərək Samur çayını, həmçinin ətrafdakı bir çox kiçik çayları və bulaqları su ilə təmin edir”. O, bulaq suları ilə zəngin olan və su hövzəsi kimi müəyyənləşdirdiyi ərazini Şollar adlandırdı. Lindleyin ilk dəfə «Şollar» sözündən istifadə etməsi Bakı dumasında qızğın müzakirələrə səbəb oldu. Şollar bulaq suyunun nəhəng bir şəhəri su ilə təmin edə biləcəyinə az adam inanırdı. Lindley ələhdarlarını öz seçiminin düzgünlüyünə inandırmaq məqsədi ilə onlara Şollar rayonunda hidroloji ekspertiza aparılmasını təklif etdi. Lakin şəhər duması vəsait çatışmazlığını əsas gətirərək bu təklifi rədd etdi. Bu zaman Hacı Zeynalabdin Tağıyev lazımi işlərin görülməsi üçün Bakı şəhər dumasına 25000 rubl kredit təklif elədi. Tağıyevin bu təklifi Bakının gələcək su təminatında həlledici rol oynadı. Geodeziya və hidro-geoloji cihazların köməyiylə Şahdağ rayonunda və ona bitişik Qusar yaylasında kəşfiyyat işləri aparıldı. Lindleyin verdiyi proqnozlar təsdiq olundu [1]. Layihələrin hərtərəfli müzakirəsindən sonra 1909-cü ildə "Yeraltı sular" variantı qəbul edildi və mühəndis Lindley tərəfindən ayrı-ayrı qurğularının gücü ilə sutkada 3, 6, 9, 12 milyon vedrə su verən Bakı-Şollar Su Kəmərinin yekun layihəsi hazırlandı. Bu su kəmərin tikintisi 1 may 1910-cu ildə başlanıldı və 1 mart 1917-ci ildə başa çatdı.

“Şollar” artezian üsulu ilə qazılmış 24 quyudan, eləcə də lay və bulaq sularından qidalanır. Birinci sifon tipli tunelə 16, ikinciye 5, üçüncüyə isə 3 quyunun suyu daxil olur. Həmçinin dördüncü kaptaj xətti də var ki, bura lay suları və 32 bulaq qoşulur. Quyular mənbədən 2-3 kilometr şimalda “Şahdağ” silsiləsinə doğru meşədə qazılıb [2].

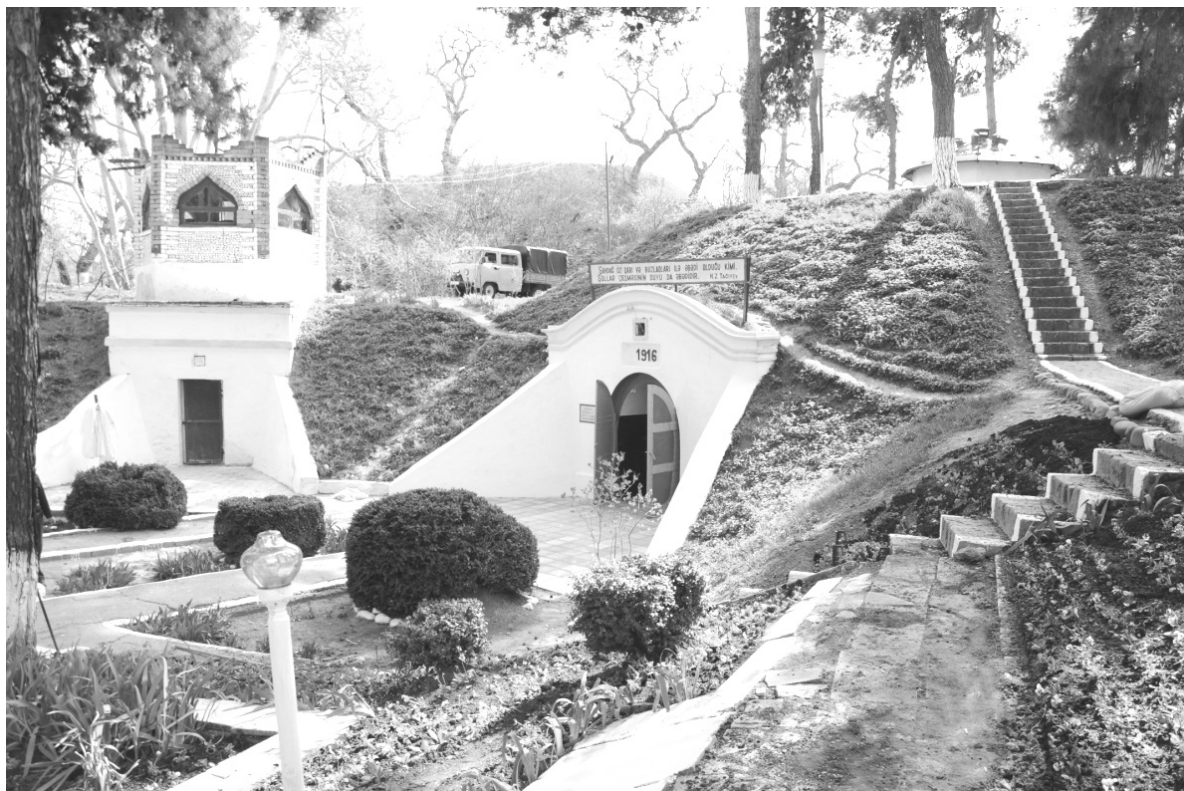
Şollar mənbəyində ilkin suyun yerin təkindən götürülməsi üçün aşağıda göstərilən işlər görülmüşdür:

Diametri 800 mm 51-58 metr dərinliyində ümumi məhsuldarlığı gündə 1 900 000 vedrə su olan 8 ədəd quyu qazılmış; diametri 400 mm-dən 750 mm-dək ümumi uzunluğu

1500 metr olan sifon çuqun borular çəkilmış; Şollarda gündəlik məhsuldarlığı 12000000 vedrə su qəbul edən monolit betondan tikilmiş və içərisi keramik plitələrlə üzlük çəkilmış kamera; Şollardan Xudat dəmir yolu stansiyasınadək uzunluğu 2,5 kilometr olan atla qoşqudan istifadə üçün ensiz dəmir yolu tikilmişdir.

Şollar mənbəyindən Nasos stansiyasınadək (indiki H.Z. Tağıyev qəsəbəsi) və oradan şəhər su anbarınadək aşağıda göstərilən işlər görülmüşdür:

Şollardakı suqəbuledici kameradan Nasos stansiyasınadək inşa edilmiş uzunluğu 147 km, orta mailliyi 1:2750, en kəsiyi 170x120 sm ovoid formalı öz axımlı beton su kəmərinin tərkibinə ümumi uzunluğu 7,6 km, diametri 1200 mm 30 ədəd çuqun düker, onların başlanğıc və sonunda betondan kamera və Ataçayda en kəsiyi 280x220 sm, uzunluğu 790 metr, mailliyi 1:1000 olan beton tunel daxildir. Bu sahədə su kəmərinə suyun səviyyəsi 116 sm olan halda gündəlik məhsuldarlıq 6000000 vedrə su təşkil edirdi. Su kəməri üzərindəki baxıcı quyular hər 600 metrdən bir yerləşdirilmişdir. Nasos stansiyasından Güzdək dəmir yolu yaxınlığındakı ( indiki Müşfiqabad qəsəbəsi ) sabitləşdirici kamerayadək uzunluğu 18,75 km, diametri 800 mm çuqun borulardan təzyiqli kəmərlər inşa edilmiş, boruların Sumqayıtçay üzərindən aparılması üçün uzunluğu 50,8 metr olan akveduk tikilmişdir.



Şəkil 1. Suqəbuledici kamera

Təzyiqli kəmərdə su sütünü  $H=140$  metr olduğu halda onun məhsuldarlığı günə 3 000 000 verdə olacaqdır. Sabitləşdirici kameradan inşa edilmiş beton su kəmərilə Bakıda +110 yüksəklikdəki şəhər su anbarlarına ovoid profilli en kəsiyi 100x150 sm, uzunluğu 15,33 km, mailliliyi 1:1500, gündəlik məhsuldarlığı 6000000 vedrə su buraxan və ovoid profilli en kəsiyi 120x150 sm, uzunluğu 1,10 km, mailliliyi 1:1000, gündəlik məhsuldarlığı 6000000 vedrə su buraxan, Xırdalanda neft anbarları sahəsində gündəlik məhsuldarlığı 3000000 vedrə su buraxan, diametri 1200 mm, mailliyi 1:1500, uzunluğu 260 metr olan çuqun su kəməri; gündəlik su buraxma gücü 3 000 000 verdə, orta hidravliki mailliyi 1:750, uzunluğu 3,3 km olan bir ədəd  $D=800$  mm çuqun borudan “Hacı Həsən” dükeri; Biləcəri yüksəkliyində gündəlik məhsuldarlığı 6000000 vedrə su buraxan, mailliyi 1:1000, uzunluğu 770 metr, en kəsiyi 280x220 sm olan beton tunel tikilmişdir.

Nasos stansiyası ilə bağlı görülmüş işlər:

Mavritan üslubunda daşdan hörülmüş və dəmir örtüklü ( V. Lindleyin hesabatına əsasən 6 nasos aqreqatın quraşdırılmasına və gün ərzində məhsuldarlığı 6 000 000 vedrə su vuran) 72x19 metr ölçüsündə nasos stansiyasının binası; hər birinin ölçüsü 17x6,4 metr, faydalı iş səviyyəsi 3 metr olan 300 kubmetrlik betondan suqəbuledici 3 ədəd anbar; uzunluğu 1280 metr, mailliyi 1:800, en kəsiyi 100x150 sm olan su anbarından dənizə ovoid formalı betondan təxliyyə kanalı; nasos stansiyasında “müvəqqəti quraşdırılmış” 3 ədəd köhnə 200 at gücünə malik “Vilans Robinzon” zavodunun şaquli dizeli və 3 ədəd məhsuldarlığı saniyədə 88,5 litr olan qayıqla hərəkətə gətirilən 4 pilləli “Qamma” markalı mərkəzdənqaçma nasosları; maşın zalında 15 ton yük qaldıran, əllə idarə olunan körpülü kran; nasos stansiyası üçün mexaniki təmir sexi; Sahənin gündəlik 100000 vedrə su təchizatı üçün 15 metr hündürlükdə ümumi su tutumu 3500 verdə olan metaldan təyziqli su anbarı tikilmişdir.



Şəkil 2. H.Z.Tağıyev qəsəbəsində nasos stansiyasının ön görünüşü

Bakı şəhəri və onun mədəni zonasının su paylayıcı şəbəkəsinin yaradılması üçün aşağıdakı işlər görülmüşdür:

+110 su anbarı sahəsində uzunluğu 6,5 metr, eni 8,1 metr olan gündə 6000000 vedrə su qəbuledici daş-beton kamera tikilmişdir. Şəhərin orta zonasının su təchizatı üçün + 110 yüksəkliyində uzunluğu 108 metr və eni 80 metr olan, beton divarla 2 simmetrik hissəyə bölünmüş, giriş və çıxış kameralardan ibarət betondan su anbarı inşa olunmuşdur. Su anbarının tərkibinə ovoid profilli en kəsiyi 100x150 sm, uzunluğu 450 metr suqəbuledici beton kanal, en kəsiyi 60x110 sm, uzunluğu 1000 metr çıxış beton kanalı və hər birinin diametri 4 metr olan 3 ədəd bölüşdürücü beton quyu daxildir. Anbarın faydalı su tutumu 4300000 vedrə ( $52890 \text{ m}^3$ ) təşkil edir. Şəhərin aşağı zonasının su təchizatı üçün + 69 yüksəkliyində uzunluğu 80 metr və eni 35 metr olan, beton divarla 2 simmetrik hissəyə bölünmüş, giriş və çıxış kameralardan ibarət betondan su anbarı inşa olunmuşdur. Su anbarının tərkibinə ovoid profilli en kəsiyi 60x110 sm, uzunluğu 80 metr su kənarlaşdırıcı kanal və diametri 4 metr olan bir ədəd bölüşdürücü beton quyu daxildir. Anbarın faydalı su tutumu 800000 vedrə ( $9840 \text{ m}^3$ ) təşkil edir.

Ümumilikdə birinci növbə üzrə gündəlik 3000000 vedrə suyun alınması və paylanması nəzərdə tutulmuşdur. Artezian quyularından çəkilən çuqun sifon boruların ümumi uzunluğu 2245 metr olmaqla başlanğıcda diametri 400 mm, sonda isə diametri 700 mm-dir. Lindleyin təklifi ilə sifonun konstruksiyası elə layihələndirilmişdir ki, su sovurucu nasosdan istifadə etmədən, çox orijinal və uğurlu üsulla, avtomatik olaraq sudakı hava çıxarılsın. Təklifin əsas ideyası – sifon boruların diametri elə seçilmişdir ki, səviyyə fərqindən asılı olaraq, onların daxilində suyun sürəti saniyədə 2 metr təşkil edirdi. Sifon boruların əks istiqamətdə 1:4000 maillikdə quraşdırılması, onların səviyyə fərqləri sayəsində sifonda yığılan havanın avtomatik olaraq çıxarılmasına və borunun aşağı hissəsindəki suyun irəliyə hərəkətini təmin edirdi [3].

Şollar su kəməri ilə ilkin mərhələdə 3000000 vedrə su verilməsi üçün 6 ilə yaxın tikinti işləri aparılmışdır. Lakin I Dünya Müharibəsi səbəbindən bir sıra işlər təxirə salınmış, kəmərin bir sıra hissələrinin tikintisi yarımçıq qalmış və kəmərin faktiki istismara verilən günü Bakı şəhərinə 1000000 vedrə su verilmişdir.

1925-ci ildə bir sıra yarımçıq qalmış işlərin aradan qaldırılması, ikinci D=800mm çuqun təyziq borusunun çəkilməsi, +69 su anbarı sahəsində yeni nasos stansiyasının tikilib istismara verilməsi və şəhər su paylayıcı şəbəkəsinin genişləndirilməsi nəticəsində Şollar su kəməri layihə gücünə çatdırılmışdır.

1917-ci ildən bu günə su kəmərinin ayrı-ayrı sahələrində müxtəlif xarakterli tamamlanma və bərpa işləri aparılır. Hər il mütəmadi olaraq, Şollarda artezian quyularının texniki vəziyyəti yoxlanılır, su kəməri üzərindəki novlar təmizlənir, dükerlərdə sahil bərkitmə işləri və bir sıra tədbirlər həyata keçirilir. Hal-hazırda Şollar su kəməri özünün 100 illiyi ərəfəsində istismarını davam etdirərək, su təminatında xalqa xidmət göstərməkdədir.

#### **Ədəbiyyat siyahısı**

1. <http://marifia.com/ru-opennews/385>
2. <http://www.azersu.az/>
3. “Şollar-Bakı Su Kəmərinin tikintisi, layihə gücünə çatdırılması və mövcud vəziyyəti” Telman Ağayev, Bakı-2016, səh. 42.

#### **ШОЛЛАРСКИЙ ВОДОПРОВОД - УСТОЙЧИВОЕ И НАДЕЖНОЕ ВОДОСНАБЖЕНИЕ**

**Вердиева Н. Х.**

*«Азерсу» ОАО Научно-Исследовательский и Проектный Институт «Суканал», город Баку,  
narminhuseynova92@gmail.com*

#### **РЕЗЮМЕ**

В статье изложена проблема водоснабжения города Баку и его промышленных районов. Приведены исторические факты обнаружения Самур-Кусарчайского бассейна подземных вод. Описывается уникальная конструкция используемая при строительстве Баку-Шолларского водопровода.

#### **SHOLLAR WATER PIPES - SUSTAINABLE AND RELIABLE WATER SUPPLY**

**Verdieva N. X.**

*“Azersu” OJSC “Sukanal” Scientific Research and Design Institute, Baku city,  
narminhuseynova92@gmail.com*

#### **SUMMARY**

The article is about the problem of water supply of Baku and commercial areas. These historical facts are found Samur-Gusar pooling groundwater. It describes the unique design used in the construction of Baku- Shollar water supply.

## МОДЕРНИЗАЦИЯ ОЧИСТНЫХ СООРУЖЕНИЙ КАНАЛИЗАЦИИ г.ИСТРЫ И ИСТРИНСКОГО РАЙОНА

<sup>1</sup>Петрушин Ю.Н., <sup>2</sup>Кобякова Н.В., <sup>3</sup>Рузаев В.И., <sup>4</sup>Беляева С.Д., <sup>5</sup>Кузнецов Д.А.,  
<sup>6</sup>Седых Т.Н., <sup>7</sup>Андросова Е.Ю.

<sup>1</sup>Генеральный директор МУП Истринского района «Истринский водоканал»

<sup>2</sup>Начальник производственно-технического отдела МУП Истринского района  
«Истринский водоканал»

<sup>3</sup>Генеральный директор, ЗАО Научно-производственная фирма «БИФАР»

<sup>4</sup>Директор по научной работе, кандидат технических наук, ЗАО Научно-производственная  
фирма «БИФАР»

<sup>5</sup>Начальник очистных сооружений МУП Истринского района «Истринский водоканал»

<sup>6</sup>Главный технолог очистных сооружений МУП Истринского района «Истринский водоканал»

<sup>7</sup>Технолог очистных сооружений МУП Истринского района «Истринский водоканал»

Истринский район – один из самых живописных районов Подмосковья – находится в северо-западной части Московской области. Сердцем Истринского края стал Ново-Иерусалимский монастырь (рис.1), основанный в 1656 г., который и предопределил рождение г. Истры. Жилищное строительство в городе началось в 20-ые годы прошлого столетия, а в 1926 г. началась постройка канализационной сети и водопровода.



Ново-Иерусалимский монастырь

С ростом и развитием Истры развивалась служба водоснабжения и канализации. Сегодня услугами «Истринского водоканала» ежедневно пользуются жители городов Истры и Дедовска, населенных пунктов Ермолинского, Лучинского, Ивановского, Павлово-Слободского сельских поселений.

Руководит предприятием заслуженный работник жилищно-коммунального хозяйства Московской области Петрушин Юрий Николаевич.



	
<p>Генеральный директор –Петрушин Ю.Н.</p>	<p>Коллектив МУП Истринского района «Истринский водоканал» на выставке</p>

Очистные сооружения расположены за чертой города Истры вблизи д. Качаброво. Они были запроектированы и построены с использованием классической технологической схемы. Третья очередь очистных сооружений была введена в эксплуатацию в 1991 году, проектная мощность которых - 24 тыс. м<sup>3</sup>/сутки без глубокого удаления биогенных элементов. Фактическое поступление сточных вод в настоящее время – 12000-12500 м<sup>3</sup>/сутки при концентрации поступающих загрязнений: по ВВ – 250-300 г/м<sup>3</sup>; БПК – 400-450 г/м<sup>3</sup> азот аммонийный – 25-30 г/м<sup>3</sup>. С учётом перспективного развития города расчётная производительность очистных сооружений по поступающим стокам принимается 22000 м<sup>3</sup>/сут. Водоприёмник очищенных сточных вод – р. Истра, является рыбохозяйственным водоемом 1-ой категории, источником питающим Рублевское водохранилище, снабжающим питьевой водой г. Москву.

В настоящее время очистные сооружения принимают хозяйственно бытовые стоки с застроенных территорий города, а также прилегающих поселков; производственные сточные воды следующих предприятий: ОАО ДП Истра-Нутриция, KRKA – RUS, ОАО ИОЗ «Углемаш», ОАО ПСО – 13, Истринское ДРСУ и других предприятий. Поступление стоков в приёмную камеру очистных сооружений происходит через местные канализационно-насосные станции.

На очистных сооружениях была применена классическая схема полной биологической очистки сточных вод, обеспечивающая качество очистки в соответствии с требованиями, действующими ранее, как, практически, и на большинстве сооружений РФ. Схема полной биологической очистки, даже с сооружениями доочистки, не обеспечивает глубокого удаления биогенных элементов.

В связи с ужесточением требований к качеству очистки до нормативных значений рыбохозяйственного водоема, что не может быть достигнуто на действующих ОСК, было принято решение о реконструкции ОСК г.Истры.

Комплексные работы по реконструкции очистных сооружений проводятся поэтапно с учетом возможности финансирования при относительно быстром достижении результата и необходимости повышения производительности до 22-25 тыс.м<sup>3</sup>/сут.

За последние 5 лет произведена реконструкция промежуточных насосных станций с установкой механизированных решеток-измельчителей фирмы Franklin Miller, реконструированы аэротенки и 2 вторичных отстойника, сооружения доочистки, цех механического обезвоживания, воздухоудвухная. Весь комплекс работ выполняется специалистами Истринского Водоканала совместно с Научно-производственной фирмой «БИФАР», которой разработана и проектная документация.



Очистные сооружения г.Истры

Наибольший объем работ выполнен по реконструкции блока биологической очистки. Очистные сооружения имеют две секции трехкоридорных аэротенков и 4 вторичных отстойника. Проектом реконструкции блока сооружений биологической очистки предусмотрено выделение в аэротенке зон для нитри-денитрификации и замена устаревшей аэрационной системы на систему с дисковыми мелкопузырчатыми мембранными аэраторами. Благодаря конструктивным особенностям аэраторов (американской компании «SSI»), которые работают по принципу обратного клапана, возможно их применение в непрерывном и периодическом режимах аэрации (зоны нитри-денитрификации). Конструкция аэраторов позволяет при прекращении подачи воздуха автоматически перекрыть поверхность мембран, не допуская поступления сточной жидкости в аэраторы, а также обеспечивают высокую эффективность растворения кислорода.



Реконструкция аэротенков с использованием мелкопузырчатых мембранных аэраторов компании «SSI» в зонах нитрификации

Для перемешивания иловой смеси в аноксидной зоне установлены мешалки фирмы «Grundfoss». Для перекачки возвратного активного ила из вторичных

отстойников и для их опорожнения приняты вместо эрлифтов погружные насосы с целью предотвращения попадания кислорода в зону денитрификации и сокращения расхода воздуха на эрлифты.

**Горизонтальные вторичные отстойники заменены на скребковые механизмы фирмы MEVA, плавающие вещества задерживаются механизмом фирмы «БИФАР».**

Установленные ранее воздуходувки ТВ-175 высокоэнергоёмки, без возможности регулирования подачи воздуха. С целью повышения эффективности работы сооружений биологической очистки и сокращения расхода электроэнергии было принято решение об установке современных воздуходувок нового поколения фирмы NEUROS (Корея). Следует отметить, что сочетание регулируемых по производительности воздуходувок с регулируемыми по пропускной способности мембранными аэраторами дает максимальный эффект. При этом сокращается расход электроэнергии при высокой степени насыщения воды воздухом.



Воздуходувки NX-300 фирмы NEUROS

На ОСК г.Истры впервые в стране (одновременно с ОСК г.Подольска) установлены и введены в эксплуатацию воздуходувки NX-300 ( $Q = 12200 \text{ м}^3/\text{час}$  воздуха, при напоре до 6 м,  $P_m = 250 \text{ кВт}$ ) фирмы NEUROS. Опыт эксплуатации подтвердил заявленные фирмой параметры. Воздуходувка компактна, легко монтируется без специального фундамента, работает без шума и вибрации, имеет встроенный фильтр очистки воздуха. Для запуска и регулирования частоты вращения турбины используется удобная в эксплуатации сенсорная панель.

С помощью данной панели происходит управление воздуходувкой, наблюдение за рабочими параметрами. Панель русифицирована. Данная воздуходувка уже оснащена всем необходимым для организации обратной связи по количеству растворенного кислорода в аэротенке. Для этого необходимо просто подсоединить провода от датчика кислорода и воздуходувка сможет регулировать подачу воздуха в автоматическом режиме. Обслуживание воздуходувки сводится к простой замене фильтра. Турбовоздуходувки компании «NEUROS» - это современное оборудование, позволяющее решать задачи по снижению энергозатрат и автоматизации производства. Эксплуатация показала, что удельные затраты электроэнергии на 1 куб.м воды по насосно-воздуходувной станции сократились на 10—15 %.

**На очередном этапе реконструкции реконструированы сооружения доочистки, при этом произведена замена барабанных сеток на микросетчатые фильтры MFB -220 производительностью 170-220 л/с чешской компании**

**FONTANA.** Проектом предусмотрена установка 2 рабочих и 1 резервного микрофильтра марки MFB 220.

Фильтры установлены в лотках на опорной раме. Сточная вода после вторичных отстойников подается во внутреннее пространство фильтра через входной патрубок, взвешенные вещества задерживаются на внутренней стороне фильтрационного барабана. Очищенная вода, прошедшая фильтры с микроситом, отводится по существующей трубе на дальнейшую очистку на песчаные фильтры, на которых в настоящее время осуществляется замена загрузки. Пропускная способность фильтра с микроситом постепенно снижается по мере увеличения слоя задержанных взвешенных веществ, в результате чего увеличивается разность уровней перед и после барабана. Разность уровней регистрируется датчиком уровня, который подает сигнал на распределительный щит для привода барабана и на промывочный насос, который использует фильтрованную воду для очистки сита с помощью специальных форсунок. Загрязненные промывные воды по сборному желобу стекают в бак грязной промывной воды, поставляемый вместе с фильтром, откуда самотеком отводятся по существующей трубе в лоток промывной воды и далее в канализационную сеть очистных сооружений.



микросетчатый фильтр MFB -220

После реконструкции показатели очищенной воды на выходе с очистных сооружений составляют в 2012-2013 гг.:

взвешенные вещества – 5-8 мг/л (ПДК 10,0 мг/л); БПК<sub>5</sub> – 2,3-2,5 мг/л (ПДК 2,0 мг/л)  
азот аммонийный – 0,28-0,32 мг/л (ПДК 0,4 мг/л); азот нитратный – 10-12 мг/л (ПДК 9,1 мг/л). Эффективность очистки при этом составляет: по ВВ – 97 %; по БПК – 95-98 %; по азоту аммонийному – 98-99%; по азоту нитратному – 40%.

Содержание фосфатов в очищенной сточной воде составляет около 2,5 мг/л. Очистка от фосфатов в перспективе предусматривается реагентным методом с использованием сульфата или оксихлорида алюминия. Проектом предусмотрено реагентное хозяйство, которое должно быть расположено в корпусе барабанных сеток, и дозирование приготовленного раствора коагулянта мембранным насосом в отводящий лоток очищенной воды после микросетчатых фильтров.

В 2010 году осуществлена реконструкция цеха мехобезвоживания с использованием ленточного фильтр-пресса ЛФ-1500П и узла растворения флокулянта НПФ «БИФАР». Фильтр-пресс работает надежно, влажность обезвоженного осадка 75-80%. Фильтр-пресс позволяет обезвоживать весь объем образующегося осадка.



Ленточный фильтр-пресс марки ЛФ-1800П

Решая проблему утилизации обезвоженного осадка на очистных сооружениях, отрабатывается технология компостирования осадков.

На нескольких насосных станциях применены решетки-измельчители фирмы Franklin Miller, которые задерживают отбросы, измельчают и возвращают в поток, защищая насосы от крупных включений.



Решетки-измельчители (димминуторы) фирмы Franklin Miller

Весьма успешны результаты работы МУП Истринского района «Истринский водоканал» и НПФ «БИФАР» при модернизации малых очистных сооружений Истринского района.

Необходимость реконструкции малых очистных сооружений зачастую обусловлена их физическим износом, увеличением фактических расходов сточных вод по сравнению с существующими, подключением новых застроек. Основной задачей реконструкции сооружений является разработка технологических схем очистки, обеспечивающих усреднение по расходу и загрязнениям, глубокое удаление органических и биогенных веществ с доведением качества очищенных сточных вод до нормативов, предъявляемых к сбросу в водоемы рыбохозяйственного назначения 1 категории. В проектах применены передовые методы очистки сточных вод и обработки осадков, а также современное оборудование, при этом максимально возможно используются существующие здания и сооружения. Разработка основных технических

решений при разработке проектов реконструкции осуществлялась сотрудниками НПФ «БИФАР» и постоянным партнером - ООО «Экология» (г.Ростов - на - Дону), возглавляемым Б.П.Ленским.

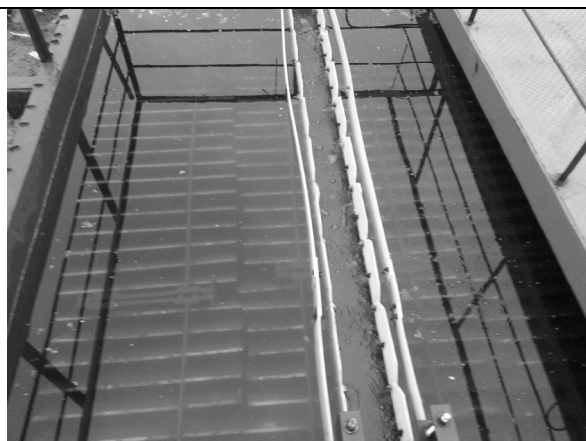
В 2006 г. был разработан проект реконструкции очистных сооружений канализации дома отдыха «Снегири» **ФГУ дома отдыха «Снегири» УДП РФ**, а в 2008 г. уже завершена реконструкция очистных сооружений (Заказчиком работы являлся **ФГУ дома отдыха «Снегири» УДП РФ**). Дом отдыха расположен в 20 км западнее г. Москвы на берегу реки Истра. Площадка очистных сооружений расположена близко к территории дома отдыха в 440 м от реки. **Интересным техническим решением при реконструкции сооружений дома отдыха «Снегири»** оказалось устройство блока биологической очистки с использованием здания биофильтров и двух секций капельных биофильтров. В соответствии с проектом каждая секция блока биологической очистки разделена перегородками на 3 коридора, в которых выделены 4 зоны: анаэробная зона, аноксидная зона, зона нитрификации и зона сепарации иловой смеси.

Сточная вода после двухъярусных отстойников поступает в анаэробную зону под уровень. В анаэробную зону подается также иловая вода из септической части двухъярусных отстойников и возвратный активный ил из вторичных отстойников. Распределение воздуха в зоне аэрации осуществляется дисковыми аэраторами диаметром 350 мм американской компании SSI.

Осветленная сточная жидкость после вторичных отстойников направляется в два биореактора доочистки с иммобилизованной микрофлорой. Для удаления фосфора перед биореакторами в обрабатываемую воду вводится оксихлорид алюминия. Фильтрованная вода обеззараживается на установке ультрафиолетового облучения УОВ-50м-100 и отводится в реку Истра. Качественные показатели очистки сточных вод соответствуют проектным.



Блок биологической очистки, размещенный в здании биофильтров на очистных сооружениях ФГУ дома отдыха «Снегири» УДП РФ.



Реконструкция ВО на ОСК. п.Павловское Истринского района

В настоящее время осуществляется поэтапная реконструкция очистных сооружений канализации пос. Павловское Истринского района с увеличением производительности с 700 м<sup>3</sup> до 1500 м<sup>3</sup>/сут ; пос. Онуфриево с увеличением производительности с 400 до 600 м<sup>3</sup>/сут., с. Рождествено с увеличением производительности с 50 до 3600 м<sup>3</sup>/сут. Разработан проект реконструкции очистных сооружений д. Обушково производительностью до 1000 м<sup>3</sup>/сут.

При реконструкции сооружений **пос. Павловское возникла необходимость повышения эффективности работы вторичных отстойников.** Для интенсификации работы вторичных отстойников использовано сочетание зоны взвешенного слоя и тонкослойных модулей в зоне выше взвешенного слоя. Наличие тонкослойного модуля позволяет избежать чрезмерного подъема кромки взвешенного слоя и заметного выноса взвешенных веществ из сооружения при различных условиях эксплуатации. Использованное при реконструкции техническое решение позволило увеличить производительность отстойника.

**На очистных сооружениях с.Рождествено,** строительство 1-ой очереди которых начато в 2013 г., для механической очистки проектом предусмотрены **комбинированные установки марки MCU 1200-7500 AG,** включающие в себя механическую решётку с прозором 3 мм и аэрируемую песколовку с жироловкой производительностью 265 м<sup>3</sup>/час, которые установлены на 2-ом этаже здания мехочистки. Обезвоженные мусор с решёток и песок из песколовки по трубопроводам удаляются на первый этаж в передвижные контейнеры. Вода после комбинированных установок поступает на сооружения биологической очистки с выделенными анаэробной, аноксидной и аэробной зонами, вторичные отстойники, блок 2-х ступенчатой доочистки и на обеззараживание.

В настоящий момент ведутся работы по обеспечению финансирования для демонтажа старых сооружений и строительства новых **очистных сооружений г.Дедовска.** Проект был разработан по заказу Администрации Истринского муниципального района НПФ «БИФАР». **Отличительной особенностью проекта** является усиленная механическая очистка на решетках, отсутствие первичных отстойников в связи со стесненными условиями площадки проектирования, более глубокие аэротенки, осадок на сооружениях будет сформирован одним избыточным активным илом. Запроектированные очистные сооружения производительностью 20 тыс. м<sup>3</sup>/сут размещаются на существующей площадке ОСК производительностью 5 тыс. м<sup>3</sup>/сут, расширить которую не представлялось возможным.

МУП Истринского района «Истринский водоканал» и НПФ «БИФАР» продолжают работы, направленные на внедрение эффективных технологических решений и современного оборудования для повышения качества очистки воды, обеспечения возможности увеличения объема поступающего стока и решения путей утилизации осадка.

Следует отметить, что работы по модернизации очистных сооружений г.Истры и некоторых малых сооружений ведутся в основном за счет собственных средств МУП Истринского района «Истринский водоканал», Администрации Истринского муниципального района и за счет средств инвесторов. При дополнительном целевом финансировании темпы модернизации очистных сооружений канализации г. Истры и Истринского района, которые выполняют природоохранную функцию одного из красивейших мест Московской области, были бы значительно выше.

# AZƏRBAYCANIN QURAQLIQ ZONALARINDA ƏHALİNİN İÇMƏLİ SU PROBLEMİNİN HƏLLİ YOLU

**Əhmədov M.Ə.**

*AzET Su Problemləri İnstitutu, Bakı Şəhəri,  
musa.ahmedov@gmail.com*

Məlumdur ki, Su təchizatı xidməti şəhərlərdə və rayon mərkəzlərində xidmət göstərdiyindən, kənd və qəsəbələrin içməli su ilə təchizatı tək Azərbaycanda yox, bütün dünyada aktual problem olaraq qalır.

Bu və ya buna oxşar aktual problemlərin, məsələn: paylaşıdırıcı şəbəkənin və qurğuların sanitar və texniki cəhətdən etibarlı olması tələblərinə uyğunlaşdırılması üçün mərkəzləşdirilmiş mövcud su təchizatı sisteminin yenidən qurulması üzrə tədbirlərin görülməsinə investisiya tələbi kimiproblemlərin tez və səmərəli (4-5 il ərzində) həll olunması məqsədilə Beynəlxalq Ekoloji Təhlükəsizlik və Təbii Sərvətlərin İstifadəsinin İctimai Akademiyası tərəfindən gələcək inkişafı nəzərdə tutan konsepsiyanın qəbul olunmasını təklif etmişdir [1]. Bu konsepsiya su kəmərlərinin suyunun tam təmizlənməsinin və eyni ilə, içməli suyun bilavasitə istehlak olunan yerlərdə hazırlanmasının fərdi (avtonom) sistemlərdə aparılmasına əsaslanır.

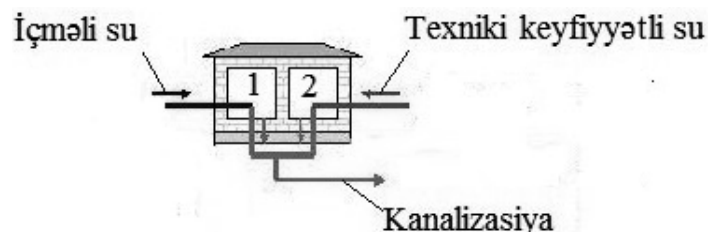
Belə yanaşma son dərəcə aktualdır. Belə ki, bu zaman investisiya tələbi və istifadəyə verilmə müddəti dəfələrlə azalır.

Yeni yanaşmanın mahiyyəti aşağıdakılardan ibarətdir:

- əhaliyə verilən təsərrüfat-ıçməli su: içmək, qida hazırlanması üçün və məişət tələbatları üçün iki hissəyə ayrılmalıdır;
- boru kəmərlərində çöküntülərin əmələ gəlməməsi məqsədilə məişət tələbatları üçün verilən su çirkəndiricilərdən təmizlənməli və zərərsizləşdirilməlidir;
- əhaliyə içmək və qida hazırlanması üçün verilən su ən yüksək keyfiyyət kateqoriyasına uyğun gələn kondisiyaya çatdırılmalıdır.

İçməli su hazırlayan fərdi (avtonom) sistemini yaradılması üçün ticarət mərkəzlərində müxtəlif yeni texnoloji modullar və digər zəruri texniki vasitələrin böyük seçimi təklif edilir. Bu sistemin modullarında bulanıq suların reagentsiz təmizlənmə, membranalı texnologiyalar və ozon-sorbsiya prosesləri üzrə elmi-texniki tərəqqinin son nailiyyəti reallaşdırılmışdır.

1989-cu ildə Minvodxoz SSSR qüvvədə olan SNiP 2.04.02-84-əlavə olaraq Dupleks (lat. duplex ikili) su təchizatı sisteminin (şək.1)[1,3] layihələndirilməsi üzrə vəsait nəşr etdirmişdir. Bu bir çox məsələlərin həlli üçün öz aktuallığını itirməmişdir. Xüsusilə, sistemin hesabi sərfinin təyini üçün lazımi normalar və o cümlədən bu vəsaitdə su tələbatının strukturu verilmişdir.



Şək.1. Dupleks su təchizatı sisteminin istifadə sxemi  
1-mətbəx; 2- vanna otağı, tualet

İnsanın təsərrüfat-ıçməli suya olan tələbatı aşağıdakı ehtiyaclardan cəmlənir:

- bioloji - içmək və qida hazırlanması;



- sanitar-gigiyeniya - yuyunma, vanna, duş, qida məhsullarından çirkləndiricilərin kənarlaşdırılması, qabların yuyulması, unitazın yuyulması;
- təsərrüfat - yuyulma (paltar), mənzilin təmizlənməsi.

Aparılan tədqiqatların əsasında insanın bir-bir sayılmış ehtiyaclarını ödəmək üçün suya olan sutkalıq tələbatı 112 l/sut, o cümlədən içməli suya olan ehtiyac – 10 l/sut təşkil edir[2].

Cədvəl 1-də su tələbatının quruluşu və ayrı-ayrı ehtiyacların tələblərinin ödənilməsi üçün sərf olunan suyun miqdarı göstərilmişdir.

Belə ki, Azərbaycanın quraqlıq zonalarında yeganə şirin su mənbəyi magistral suvarma kanallarıdır. Bu kanallar Mingəçevir su anbarından su qəbul edən baş kanaldan qidalanırlar. Bu səbəbdən göstərilən kanalların suyunun mineral tərkibi fəsillərə görə, demək olar ki, dəyişmir və sabit qalır. Lakin baş kanallarda, az da olsa, bulanıqlıq 10-15 mq/l arasında dəyişir. Magistral kanalların torpaq məcraları üzünmədiyindən bu kanallarda suyun bulanıqlığının 125 mq/l-ə qədər yüksəlməsi müşahidə olunur.

Quraqlıq zonalarda əhalinin məişət ehtiyaclarını ödəmək üçün texniki keyfiyyətli su mənbəyi kimi magistral kanal suyundan problemsiz istifadə olunur.

Cədvəl 1. Su tələbatının strukturu və ayrı-ayrı ehtiyacların ödənilməsi üçün sərf olunan suyun miqdarı

Suya olan ehtiyacların adları	Suya olan tələbat, l/sut	
	Cəmi	O cümlədən içmək üçün keyfiyyətli su
İçmə tələbatı	2,00	2,00
Qida hazırlanması	4,65	4,65
Qabların yuyulması	10,70	2,50
Əl-üz yuma, dişlərin təmizlənməsi	11,00	0,75
Duş, vanna	26,60	-
Paltarların yuyulması	19,20	-
Unitazı yuma baki	31,40	-
Mənzilin təmizlənməsi	5,80	-
Cəmi:	111,35	10,00

Əhalinin içməli suya olan ehtiyacını ödəmək üçün nəqliyyat vasitələri ilə yaşayış məntəqələrinə bulaq, artezian quyuları gətirilir. Bu sular, yüksək qiymətə təklif olunmasına baxmayaraq, orqanoleptik göstəricilərinə görə QOST 28 74-82 tələblərinə tam cavab vermir. Xüsusilə yüksək codluğa malik olduğundan əhali bu sülardan imtina edirlər və üstünlüyü magistral kanalın suyuna verirlər. Kanal suyu bulanıq olduğundan onu qısa zaman ərzində durultmaq üçün zəy  $[Al_2(SO_4)_3 + 18H_2O]$  istifadə olunur. Bu halda durulmuş suda alüminium qalıqlının miqdarını qiymətləndirmək mümkün olmur. Alüminium qalıqlının miqdarı normadan çox olduqda insanlarda yaddaş pisləşməsi, əsəbilik və depressiya başlaya bilər; Alzheimer və Parkinson xəstəliyi, beyinin iltihabı (ensefalit) inkişaf edə bilər və s. [4]. Aparılan müşahidələr göstərdi ki, zəy rayon mərkəzlərinin (məsələn, Kürdəmir, Ucar, Ağdaş rayonlarının) bazarlarında istənilən miqdarda alıcılara təklif olunur.

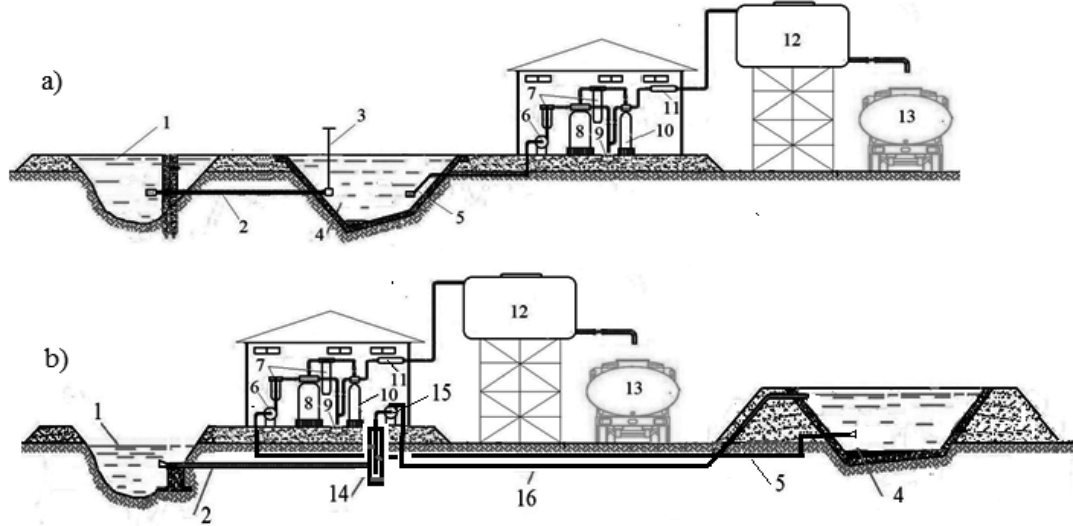
Bütün bunları nəzərə alaraq Azərbaycan Elmi-Tədqiqat Su Problemləri İnstitutunda (AzETSPİ) quraqlıq zonalarda yerləşən kənd və qəsəbələrdə yaşayan əhalinin içməli su ilə təchiz olunması məqsədilə investisiya tələbi və istifadəyə verilmə müddəti dəfələrlə az olan, heç bir kimyəvi reagentin iştirakı olmadan içməli suyun hazırlanmasının fərdi sistemi işlənilib hazırlanmışdır. Bu sistemin prinsipial sxemləri şəx. 2-də təqdim edilmişdir.

Bu sistemdə yeraltı duzlu suların durulmuş suya infiltrasiyasının qarşısını almaq üçün hovuz-durulducular (4) su keçirməyən xüsusi tərkibli dəmir-betondan hazırlanır.

İcməli su hazırlayan fərdi sistem aşağıda göstərilən qaydada istismar olunur.

Sistemin hovuz-durulducularından birinə xam su yığılır, digərinə isə keçən sutka ərzində xam sureagentsiz durularaq, asılı hissəciklərdən 10-25  $mq/l$ -ə qədər təmizlənir. Tam təmizlənməsi üçün durulmuş su nasos (6) vasitəsilə, binada yerləşdirilmiş və avtomatik idarə olunan, modul tipli təmizləyici qurğulara verilir. Burada kartric filtrlər (7), bəzi hallarda gözlənilməz səbəblərdən, suda artıq qalmış asılı hissəciklərin qum filtrinə (8) və aktiv kömür filtrinə (9) keçməsinin qarşısını almaq üçün baryer kimi istifadə olunur.

Hovuz-durulducularda duru su istifadə olunduqdan sonra dibdə qalan çöküntü lil nasosu vasitəsilə kənar edilir və bu proses təkrarlanır.



Şək.2.Quraqlıq zonalarında yerləşən kənd və qəsəbələrin əhalisinin icməli su ilə təmin edən fərdi (avtonom) sistemin prinsipial sxemi

a) yeraltı duzlu suların yer səthindən dərinə yerləşdiyi halda hovuz durulducularının yerləşmə sxemi; b) yeraltı duzlu suların yer səthinə yaxın yerləşdiyi halda hovuz durulducularının yerləşmə sxemi; 1-magistral su kanalı; 2-magistral kanaldan suyu qəbul edən boru kəməri; 3-siyirtmə; 4-hovuz durulducular (sayı 2-dən az olmamalıdır); 5-nasosun duru su qəbul edən borusu; 6-duru su nasosu; 7-kartric filtrlər; 8-qum filtri; 9-kanalizasiya; 10-aktiv kömür filtri; 11-UBŞ bakterisid zərərsizləşdirici qurğu; 12-təmiz su çəni; 13-icməli suyu daşıyan maşın; 14-xam su qəbul edən quyu; 15-xam su nasosu; 16-xam su nasosunun təzyiq borusu

Su, asılı hissəciklərdən QOST 2874-82-nin tələblərinə uyğun təmizləndikdən (hovuz-durulducularda, ardınca çoxqatlı qum filtrində) və kondisiyalşdırıldıqdan (aktiv kömür filtrində) sonra, ultura bənövşəyi şüalandırıcı (UBŞ) bakterisid qurğusunda (11) zərərsizləşdirilir və bu zaman xlorlamadan, ozonlamadan fərqli olaraq xüsusi texniki-ekoloji təhlükəsizlik tədbirlərinin görülməsi tələb olunmur.

Beləliklə kanalsuyu QOST 2874-82-nin tələblərinə uyğun yüksək keyfiyyət kateqoriyasına qədər hazırlanaraq təmiz su çəninə (12) yığılır və nəqliyat vasitəsilə (13) əhaliyə çatdırılır.

İcməli su hazırlayan fərdi sistemdə yalnız hovuz-durulducular tikilir. Qalan qurğular zavod istehsalı olan modullardan ibarətdir. Bu modullar ticarət mərkəzlərindən satın alınıb yerlərdə quraşdırılır.

Kənddə yaşayan əhalinin sayı və bir nəfərə düşən icməli su norması (10  $l/sut$ ), mənbədəki suyun keyfiyyəti, sutəmizləyici qurğuların öz ehtiyaclarına sərf edilən suyun miqdarı nəzərə alınmaqla hovuz-durulducuların və təmizləyici modulların parametrləri müəyyən-

ləşdirilir. Hesablamalarda qurğuların öz ehtiyaclarına sərf edilən suyun miqdarını nəzərə alan

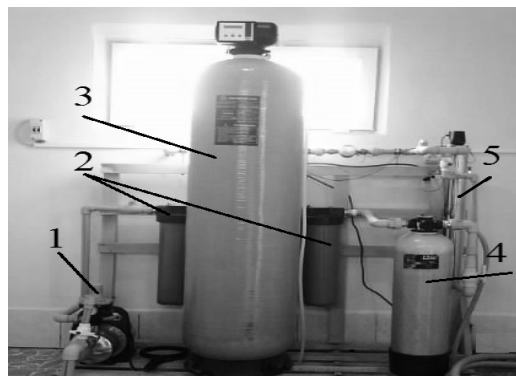
αəmsalının qiyməti SnIP 2.04.02-84-ə görə 1,10-1,14 qəbul edilir.

Fərdi içməli su hazırlayan sistemin layihəsi, ilk dəfə “BP” şirkətinin maliyyə dəstəyi ilə “Bakı-Tiflis-Ceyhan” neft-qaz kəmərinin keçdiyi dəhlizdə yerləşən kəndlərin içməli su ilə təmin olunması üçün Ümid Sosial İnkişafa Dəstək İctimai Birliyi (SİDİB) tərəfindən Kürdəmir (Sığırılı, Atakişili, Karrar-qəsəbə, Karrar, Çöhranlı kəndləri), Ucar (Qulabənd, Bərgüşad, Təzəşilyan, Alpout, Qarabörk kəndləri) və Ağdaş (Ortaləki kəndi) rayonlarında 11 kənddə 2006-2008-ci illərdə tikilib, istismara verilmişdir.

Göstərilən rayonların kəndlərində magistral kanal suyuna və ondan hazırlanan içməli suya laboratoriya nəzarəti (2006-2008-ci illərdə) mütəmadi olaraq, MediClub tərəfindən aparılmışdır. Analizlərin nəticələri göstərdi ki, yuxarıda adı çəkilən kəndlərdə AzETSPİ-nin tövsiyəsi, “BP” şirkətinin maliyyə dəstəyi ilə və SİDİB tərəfindən tikilmiş fərdi təmizləyici qurğularda hazırlanan su, içməli suya verilən bütün tələblərə (EU və QOST 2874-82) tam cavab verir. Bunun təsdiqi üçün ən diktəedici nöqtə olan (magistral kanal suyunun yüksək bulanıqlığı müşahidə edilən yer) Ucar



Şək.3. İçməli su hazırlayan fərdi sistemin ümumi görünüşü. 1-hovuz – durulducular; 2-su-təmizləyici modulların yerləşdiyi bina; 3- təmiz su çəni



Şək.4. Sutəmizləyici modullar. 1-nasos; 2-kartric filtrlər; 3-çox qatlı qum filtri; 4- aktiv kömür filtri; 5- UBŞ bakterisid zərərsizləşdirici qurğu

rayonunun Təzəşilyan kəndində fərdi təmizləyici qurğularda hazırlanan içməli suyun keyfiyyəti haqqında dəlilləri (içməli suya verilən tam fizioloji tələblərlə müqayisə olunan prioritet göstəriciləri) təqdim etmək olar (cədvəl 2).

Cədvəl 2. Fərdi təmizləyici qurğularda hazırlanan suyun içməli suya verilən tam fizioloji tələblərlə müqayisə olunan prioritet göstəriciləri

Göstəricilərin adları	QOST 2874-82 “İçməli su”- və ya Avropa standartlarına (EC) görə norma göstəriciləri	Mənbədəki (magistral kanal) suyun keyfiyyət göstəriciləri	Suyun fərdi (avtonom) qurğuda təmizləndikdən sonra göstəriciləri
1	2	3	4
İy, <2ball (20C -60C)), bal	<2	0	0
Rənglilik, dərəcə	<20	3,0	3.0

Буланыqliq, mq/l	<1,5(2)	78,3	0,9
E-coli, ədəd/100ml	< 3	10	0
Ümumi Coli form, ədəd/100ml	< 100	80	0

Fərdi təmizləyici qurğuların kəndlərdə davamlı istismarı məqsədilə MMC-lər yaradıldı və hazırlanmış içməli suyun əhaliyə çatdırılması üçün (xüsusi hazırlanmış su çən ilə təchiz olunmuş) nəqliyyat vasitələri verildi, 2 *kWt* gücündə olan elektrik enerji generatorları ilə təmin olundular.

Sutəmizləyici qurğunun cari istismar xərclərini ödəmək üçün burada istehsal olunan içməli su razılaşdırılmış münasib qiymətə əhaliyə pulla satılır. Bu zaman içməli suya laboratoriya nəzarəti MMC-lərlə bağlanmış müqavilə əsasında yerli Sanepidemioloji stansiyalara həvalə edildi.

İçməli su hazırlayan fərdi (avtanom) sistemin tikintisinə çəkilən xüsusi xərc 12,5\$/nəfər təşkil edir.

AzETSPİ də işləniб hazırlanmış su təmizləyici qurğuların fərdi sisteminin layihəsi ilə Ümid SİDİB 2007-ci il üçün dünya üzrə Avropa Parlamentinin keçirdiyi “DAYANIQLIQ ÜZRƏ DÜNYA MÜKAFATI-2007 (ENERGY GLOBE)” müsabiqəsində iştirak edərək 109 ölkədən təqdim edilmiş 853 layihə arasında beynəlxalq jüri tərəfindən Azərbaycan üzrə milli qalib sertifikatına layiq görülmüşdür.

Bundan əlavə, qeyd etmək lazımdır ki, yuxarıda sözü gedən su təmizləyici qurğunun fərdi sisteminin hovuz – durulducunun konstruksiyası Biləsuvar Aqro MMC-nin süd zavodunun su təchizatı sistemində tətbiq olunmuşdur (2010). Bu durulducu vasitəsilə Əzizbəyov kanalının yüksək bulanlı suyunun səmərəli təmizlənməsi təmin olunur.

#### Ədəbiyyat siyahısı

1. Пособие по проектированию duplexных систем сельскохозяйственного водоснабжения. Союзгипроводхоз, 1989 г.
2. <http://s-doc.ru/vntp-n-97>.
3. Маркин В.Р., Раткович Л.Д., Соколова С.А. Комплексное использование водных ресурсов и охрана водных объектов. Часть 1 Учебное пособие М.: МГУП, 2015.
4. <http://www.inflora.ru/directory/vitamins-and-minerals/aluminum>
5. СНИП 2.04.02-84, ГОСТ 2874-82 “Вода питьевая”

#### ПУТИ РЕШЕНИЯ ПРОБЛЕМЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ПИТЬЕВОЙ ВОДЫ НАСЕЛЕНИЯ В ЗАСУШЛИВЫХ ЗОНАХ АЗЕРБАЙДЖАНА

Ахмедов М.А.

АзНИИВодныхПроблем, г. Баку, [musa.ahmedov@gmail.com](mailto:musa.ahmedov@gmail.com)

#### РЕЗЮМЕ

В статье рассмотрены проблемы обеспечения питьевой воды населения в засушливых зонах Азербайджана, где единственным водоисточником являются мутные пресноводные каналы, воду которых люди очищают для питьевых целей с применением минерала  $Al_2(SO_4)_3 + 18H_2O$ , не оценивая при этом количество остаточного алюминия в очищенной воде, представляющего серьезную угрозу для их здоровья. В этой связи в АзНИИ Водных Проблем была разработана автономная система подготовки питьевой воды в короткие сроки и с минимальными затратами без химического реагента. Это система построена Ассоциацией Поддержки Социального Развития УМИД для обеспечения питьевой водой 11 сел, расположенных в коридоре “Баку-Тбилиси-Джейхан” нефте-газопровода. При этом её удельная строительная стоимость составила 12.5 \$/ чел.

## THE WAY OF SOLVING THE PROBLEM OF DRINKING WATER IN DROUGHT ZONES OF AZERBAIJAN

**Ahmadov M. A.**

*AzSR Institute of Water Problems, Baku City, [musa.ahmedov@gmail.com](mailto:musa.ahmedov@gmail.com)*

### **SUMMARY**

In the article it is regarded the problem of drinking water of the population in arid zones Azerbaijan where the only water source is a muddy freshwater canals, the water that people purified for drinking purposes using mineral  $Al_2(SO_4)_3 + 18H_2O$ , not appreciating at the same time the amount of residual aluminum in treated water, poses a serious threat to their health. In this regard, AzSR Institute of Water Problems autonomous system of potable water has been developed to quickly and cost-effectively, without the chemical reagent. This system is built Assotsiatsiiey Support to Social Development UMID to provide drinking water to 11 villages located in the hallway, "Baku-Tbilisi-Ceyhan" oil and gas pipeline. The share of construction cost of autonomous system was *12.5 \$ / pers.*

## ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ НАНОФИЛЬТРАЦИОННОГО ОПРЕСНЕНИЯ КАСПИЙСКОЙ ВОДЫ

**Абдуллаев К.М., Агамалиев М.М., Ахмедова Д.А.**

*Азербайджанский Государственный Университет Нефти и Промышленности. г. Баку  
Abdullayev\_36@mail.ru, agamaliyevm@mail.ru, ahmedova\_cahan1975@mail.ru.*

Дефицит пресной воды на Апшероне делает актуальным опреснение воды Каспийского моря. О важности решения этой проблемы говорит тот факт, что в 2010 году на заседании Совета Министров Республики президентом страны была поставлена задача о необходимости строительства нескольких крупномасштабных опреснительных установок на Каспии. В соответствии с этой задачей с 2012 года в Сальянском районе реализуется пилотный проект: для сельскохозяйственных целей построена обратноосмотическая установка и, судя по данным средств массовой информации, запускаются в эксплуатацию отдельные линии этой установки производительностью по 1000 м<sup>3</sup>/сут каждая.

Известно много примеров успешного решения данной проблемы путем опреснения океанской и средиземноморской вод – Саудовская Аравия, Катар, Израиль, Испания и др. [1]. Для нашей республики большой интерес должен представлять опыт опреснения каспийской воды и такой опыт накоплен: водоснабжение города Актау (Казахстан) практически полностью основано на опреснении морской воды. Здесь успешно эксплуатируются различные модификации термических установок и обратноосмотическая установка, построенные в различные годы.

Практика опреснения показывает, что одним из важных критериев выбора опреснительной технологии являются низкие энергозатраты и простота эксплуатации установок. В этой связи предпочтение отдается технологии обратноосмотического опреснения, доля которой к настоящему времени достигла 60 % [1]. Из термических методов конкурентоспособными для установок средней производительностью считаются парокомпрессионные технологии, а также технологии утилизационного опреснения.

Вместе с тем анализ литературных данных показывает, что в плане энергоэффективности и меньшей подверженности к загрязнениям большой интерес может представлять такая разновидность технологии мембранного опреснения как нанофильтрация.

В настоящей работе приводятся некоторые результаты исследований технологии нанофильтрационного опреснения каспийской воды.

Следует отметить, что нанофильтрация (NF), занимающая промежуточное положение между ультрафильтрацией и обратным осмосом (RO) изначально была разработана с целью получения питьевой воды из поверхностных и подземных пресных вод, а также очистки сточных вод. Мембраны NF в отличие от мембран RO являются менее плотными и более проницаемыми, особенно для одновалентных ионов. По отношению к двухзарядным ионам Ca<sup>2+</sup>, Mg<sup>2+</sup> и SO<sub>4</sub><sup>2-</sup> селективность наномембран достаточно высокая (74,2-98,6%). Поэтому в процессе нанофильтрации вода умягчается, десульфатируется и частично обессоливается [2].

Согласно литературным данным в системах опреснения минерализованных вод нанофильтрация может быть использована для двух целей: снижения интенсивности образования минеральных отложений на последующей стадии термического и обратноосмотического опреснения (решения сульфатной проблемы), а также непосредственно для опреснения.

Запатентован способ опреснения минерализованных вод с солесодержанием 20-50 г/л, основанный на двухступенчатом нанофильтрационном умягчении перед термическим и обратноосмотическим опреснением [3]. В работе [4] показана возможность отказа от антинакипинов и повышения максимальной температуры кипения в испарителях мгновенного вскипания с 90<sup>0</sup>С до 120<sup>0</sup>С при опреснении воды Персидского залива. Расчетно-аналитическими исследованиями показана возможность решения сульфатной проблемы нанофильтрацией при опреснении воды Каспийского моря [5].

Сравнительно мало исследований выполнено в области непосредственно нанофильтрационного опреснения минерализованных вод. В работе [6] показано, что двухступенчатой нанофильтрацией океанской воды можно не только снизить энергопотребление и накипеобразование, но и при оптимальных условиях, снизить содержание солей до 200 мг/л. Согласно другим данным, значительно низкие рабочие давления, характерные для нанофильтрации (3-15 бар) по сравнению с обратным осмосом (15-70 бар) позволяют существенно уменьшить энергозатраты и упростить обслуживание установок.

Авторами неизвестны какие-либо работы, посвященные нанофильтрационному опреснению каспийской воды. Соответствующие исследования были выполнены расчетно-аналитическим методом с использованием компьютерной программы ROSA (Rovers Osmosis Systems Analysis), разработанной американской фирмой «DOW Chemical», специализирующейся в области технологии водоподготовки более 50 лет [7].

По данной программе на примере установки производительностью 50 м<sup>3</sup>/час были исследованы три схемы NF-опреснения каспийской воды: одноступенчатая, двухступенчатая по пермеату и двухступенчатая по пермеату с рециркуляцией концентрата второй ступени в питательную воду первой ступени (рис.1). Были выполнены также сравнительные расчеты с одноступенчатым RO-опреснением каспийской воды.

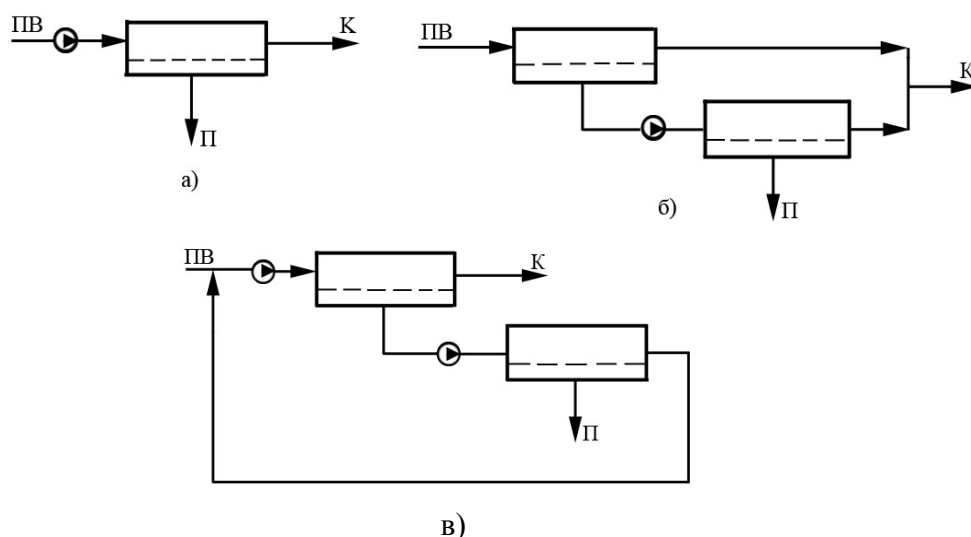


Рис. 1. Дизайн схемы NF-опреснения каспийской воды  
 а) одноступенчатая схема; б) двухступенчатая схема; в) двухступенчатая схема с рециркуляцией. ПВ – питательная вода, П – пермеат (опресненная вода), К – концентрат.

Методикой исследований предусматривалось определение комплекса выходных показателей процесса, включая ионный состав пермеата и концентрата при различных

значениях выхода пермеата и дизайна схемы, анализ условий выпадения  $\text{CaCO}_3$  и  $\text{CaSO}_4$  на мембранах, выбор оптимальных для указанных условий типов мембран.

Анализ технических параметров наномембран, задействованных в версии 9.1 указанной программы показал, что для крупномасштабного опреснения поверхностных минерализованных вод могут быть использованы две мембраны: NF-90-400 и NF-270-400. Технические характеристики этих мембран, также как и мембраны BW-30-400 принятой для сравнения с RO-опреснением приведены в таблице 1.

Таблица 1

Технические характеристики мембран

Типы мембран	Активная поверхность, $\text{м}^2$	Давление, бар	Производительность, $\text{м}^3/\text{сут}$	Соли, мг/л
NF-90-400	37,2	4,8	37,9	$\text{MgSO}_4$ - 2000
NF-270-400	37,2	4,8	47	$\text{MgSO}_4$ - 2000
BW-40-300	37	15,5	40	$\text{NaCl}$ - 2000

В таблице 2 приведены ионные составы каспийской и стандартной океанской вод, по нанофильтрационному опреснению которой имеются определенные данные.

Таблица 2

Ионные составы каспийской\* и стандартной океанской вод

№	Показатели	Размерность	Каспийская вода	Океанская вода
1	$\text{Na}^+$	мг-экв/л	138	467,0
2	$\text{Mg}^{2+}$	мг-экв/л	60	108,0
3	$\text{Ca}^{2+}$	мг-экв/л	16	20,5
4	$\text{HCO}_3^-$	мг-экв/л	4	2,4
5	$\text{Cl}^-$	мг-экв/л	142	536,9
6	$\text{SO}_4^{2-}$	мг-экв/л	68	56,2
7	pH	-	8,2	8,1

Примечание: \* состав каспийской воды приведен для акватории Апшеронского полуострова Азербайджанской Республики.

Анализ данных таблицы показывает, что общее солесодержание каспийской воды почти в три раза меньше океанской. Однако доля накипеобразующих ионов  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$  и  $\text{HCO}_3^-$  - значительно выше чем в океанской воде. Это свидетельствует о более высоком потенциале накипеобразования при опреснении каспийской воды.

Результаты расчетов схемы одноступенчатого опреснения каспийской воды при выходе пермеата  $\beta=50\%$  приведены в таблице 3. Как следует из полученных данных этой таблицы обратноосмотическое опреснения с использованием мембран BW-40-300 снижает солесодержание каспийской воды до оптимальной величины 150-200 мг/л. Что касается наномембранного опреснения, то значительно лучшими показателями характеризуются мембраны NF-90-400. Они позволяют снизить солесодержание опресненной воды до уровня 1400 мг/л против 6075 мг/л при использовании мембран NF-270-400. Вполне очевидно, что снижение солесодержания до 1400 мг/л недостаточно для подготовки воды питьевого качества, поскольку значительно превышает норму рекомендованная Всемирной Организацией Здоровья.

Расчетные значения селективностей мембран BW-40-300 и NF-90-400, приведенные в таблице 4 показывают, что только для  $\text{Na}^+$  и  $\text{Cl}^-$  наблюдается



существенно более высокие значения селективностей BW мембран: 11% и 10% соответственно. По двухвалентным ионам селективность NF-90-400 лишь на 1,3-1,7 % меньше чем BW-40-300. Во всех случаях исключается сульфатное накипеобразование ( $K_{CaSO_4} < 100\%$ ) и прогнозируется умеренное образование  $CaCO_3$ : LSI и S@DSI – положительные.

Анализ энергетических показателей (табл. 5) свидетельствует о более низком давлении питательной воды NF-опреснение по сравнению с RO-опреснением и соответственно низком на 50% удельном расходе электроэнергии.

Таблица 3

Результаты расчетов технологических показателей одноступенчатых схем

№	Показатели	Размерность	Пермеат			Концентрат		
			BW40300	NF90400	NF270400	BW40300	NF90400	NF270400
1	$Na^+$	мг/л	44,4	491,7	1943,9	6305,3	5858,2	4406,6
2	$Mg^{2+}$	мг/л	3,7	20,5	201,0	1455,2	1438,4	1257,9
3	$Ca^{2+}$	мг/л	1,6	8,9	104,1	638,8	631,5	536,4
4	$HCO_3^-$	мг/л	3,5	16,0	97,4	413,4	406,5	328,5
5	$Cl^-$	мг/л	68,7	767,3	3647,4	9998,8	9305,7	6425,8
6	$SO_4^{2-}$	мг/л	15,5	77,4	74,4	6512,2	6450,5	6453,8
7	pH	-	6,62	7,41	8,53	7,95	7,92	7,98
8	LSI	-	-	-	-	1,69	1,64	1,54
9	S@DSI	-	-	-	-	0,76	0,73	0,72
10	$K_{CaSO_4}$	%	-	-	-	88,33	89,02	88,71
11	TDS	мг/л	154,1	1381,8	6075,8	25403,3	24124,8	19433,3

TDS – солесодержание (total dissolved solids);  $K_{CaSO_4}$  - степень пересыщенности концентрата по сульфату кальция.

Таблица 4

Селективности мембран по отдельным ионам, %

Мембраны	$Na^+$	$Mg^{2+}$	$Ca^{2+}$	$HCO_3^-$	$Cl^-$	$SO_4^{2-}$
BW-40-300	98,9	99,6	99,6	95,5	99,0	99,6
NF-90-400	88,4	98,0	97,9	92,9	88,6	98,3

Таблица 5

Энергетические показатели одноступенчатой схемы опреснения

№	Показатели	Мембраны		
		BW-40-300	NF-90-400	NF-270-400
1	Давление питательной воды, бар	22,1	13,8	8,3
2	Осмотическое давление концентрата, бар	14,8	13,9	10,4
3	Дизайн*	9/7	12/7	9/7
4	Удельный расход электроэнергии, кВт·час/м <sup>3</sup>	1,53	0,96	0,58

Примечание: \* числитель – число мембранодержателей (сосудов), знаменатель – число мембранных элементов в каждом из них.

Расчеты одноступенчатой схемы NF-опреснения показали, что лишь при незначительном выходе опресненной воды (5-10%) его качество по солесодержанию соответствует качеству пресной питьевой воды (рис.2).

Исследование одноступенчатой схемы с  $\beta > 50\%$  показали на возникновение гидравлических режимов не соответствующих паспортным данным мембранных элементов. Было установлено, что невозможно устранить эти отклонения только за счет подбора числа сосудов и мембранных элементов в них.

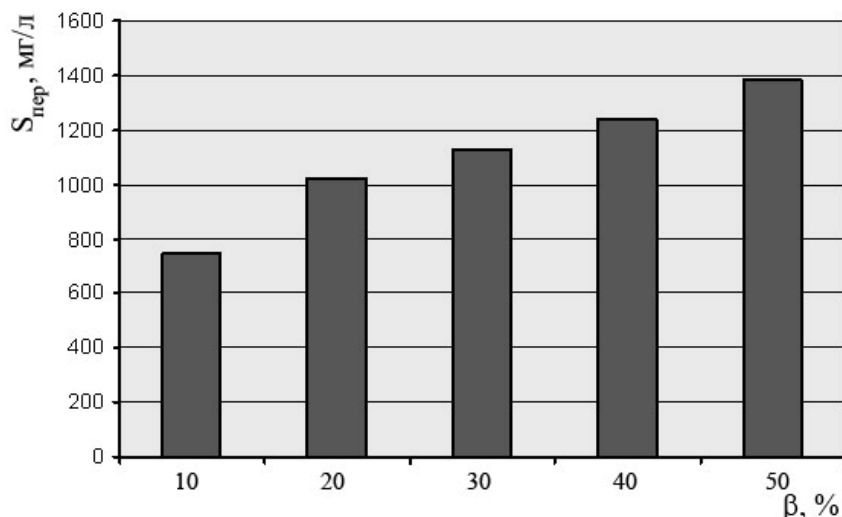


Рис. 2. Влияние выхода пермеата на его солесодержание.

На последующем этапе исследовались двухступенчатые схемы NF-опреснения с использованием мембран NF-90-400 (табл. 6).

Как видно из полученных данных при равных выходах пермеатов по ступеням (50%) и отсутствие рециркуляции обеспечивается возможность снижения солесодержания второй ступени до 200 мг/л. Общий удельный расход электроэнергии, рассчитанный на выход пермеата составляет 2,21 кВт·час/м<sup>3</sup>, что значительно превышает аналогичный показатель при RO-опреснении с использованием мембран BW-40-300. По данным индексов накипеобразования умеренное отложение карбоната и сульфата кальция прогнозируется лишь на первую ступень. К недостатку схемы следует отнести также низкий выход опресненной воды – 25%.

Таблица 6

Результаты расчета двухступенчатой схемы без рециркуляции с мембранным элементов NF-90-400 ( $\beta=50-50\%$ )

№	Показатели	Размерность	NF <sub>1</sub>	NF <sub>2</sub>
1	Расход пермеата	м <sup>3</sup> /час	100	50
2	Давление питательной воды	бар	13,8	4,2
3	Среднее осмотическое давление концентрата	бар	10,7	1,5
4	Удельный расход электроэнергии	кВт·час/м <sup>3</sup>	0,96	0,29
5	TDS пермеата	мг/л	1381,8	193,7
6	TDS концентрата	мг/л	24,1	2565
7	Число мембран	-	84	42
8	LSI	-	1,64	-1,3
9	S@DSI	-	0,73	-1,25
10	K <sub>CaSO<sub>4</sub></sub>	%	89,12	0,38

При исследовании двухступенчатой схемы с рециркуляцией концентрата второй ступени в исходную воду выход пермеата первой ступени был зафиксирован на уровне 50%, а для второй ступени он варьировался от 50 до 90%. Согласно полученным результатам, часть которых приведен в таблице 7, во всех вариантах на второй ступени вырабатывается достаточно глубокообессоленная вода с содержанием 50-400 мг/л. С повышением  $\beta_2$  увеличивается до 47,4 % общий выход опресненной воды. Вместе с тем уменьшаются и общие энергозатраты: от 2,63 до 1,39 кВт·час/м<sup>3</sup>.

Таблица 7

Влияние выхода пермеата второй ступени на некоторые технологические показатели

№	Показатели	Размерность	$\beta_2$				
			50	60	70	80	90
1	$S_{пер1}$	мг/л	608	738	1172	1243	1313
2	$S_{пер2}$	мг/л	48,5	66,3	122,6	162	2570
3	$W_1$	кВт·час/м <sup>3</sup>	1,09	1,11	1,02	0,99	0,97
4	$W_2$	кВт·час/м <sup>3</sup>	0,45	0,36	0,34	0,31	0,32
5	$W_{об}$	кВт·час/м <sup>3</sup>	2,63	2,21	1,79	1,55	1,40
6	$\beta_{об}$	%	33,3	34,4	41,2	44,4	47,4

Исследования показали, что с точки зрения повышения выхода опресненной воды по двухступенчатой схеме перспективен режим опреснения с  $\beta_1=70\%$ ,  $\beta_2=70-90\%$ . В данном режиме изменение  $\beta_2$  в указанных пределах обеспечивает выработку пермеата второй ступени с содержанием 110-240 мг/л (рис.3). Выход пермеата увеличивается от 52 до 68 %, а общий удельный расход электроэнергии уменьшается с 1,63 до 1,42 кВт·час/м<sup>3</sup>.

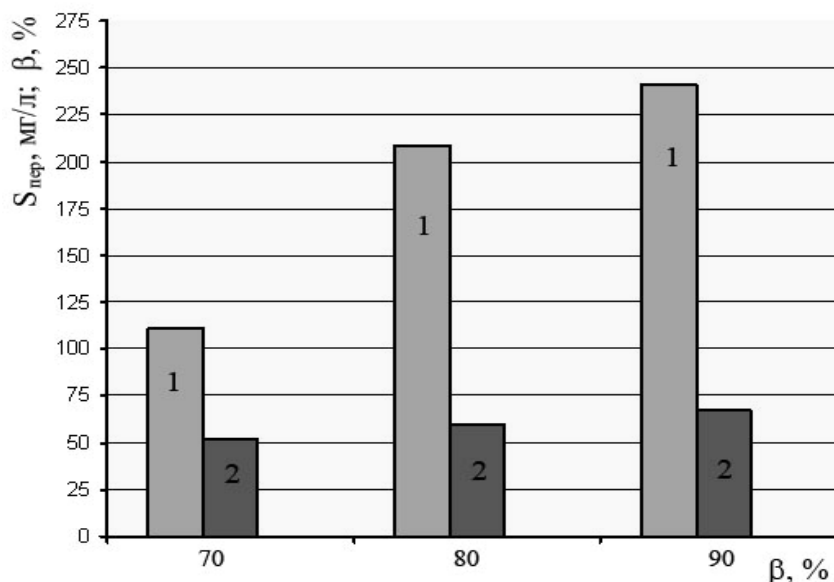


Рис. 3.

1 – TDS пермеата; 2 – общая конверсия ( $\beta_{об}$ ).

Анализ полученных данных показал, что по достигаемой глубине опреснения практически одинаковыми показателями характеризуются RO-опреснение с мембранами BW-40-300 при выходе пермеата 50% и двухступенчатое NF-опреснение с

мембранами NF-90-400 при выходе пермеатов по ступеням – 70%. Однако при NF-опреснении требуется больше число мембран.

По результатам данных исследований можно сделать вывод в целом об эффективности технологии двухступенчатого нанофильтрационного опреснения каспийской воды. Вместе с тем этих данных недостаточно для объективной сравнительной оценки технологий NF- и RO-опреснения. Необходимы дополнительные исследования, в том числе технико-экономического характера. Важно также изучить возможности других типов наномембран, не задействованных в программе ROSA. Однако, в любом случае, мембранные технологии могут составить основу современных систем водоснабжения приморских районов Апшеронского полуострова.

### **Список литературы**

1. Desalination for water supply / A. Review of current knowledge. Foundation for Water Research, 2015, 50 p, [www.fwr.org](http://www.fwr.org).
2. Абдуллаев К.М., Фейзиев Г.К., Агамалиев М.М. Обзор технологий опреснения минерализованных вод. Проблемы энергетики, 2010, №1, Баку, с.3-27.
3. Hassan A.M. Fully integrated NF-thermal seawater desalination process and equipment. US Patent № 0157410, 2006, [www.freepatentsline.com](http://www.freepatentsline.com).
4. Hassan A.M., Al-Sofi M.A., Mustafa G.M. and ets. Nanofiltration as means of achieving higher TBT>120<sup>0</sup>C/ Desalination 118, 1998, p.123-129.
5. Агамалиев М.М., Бабаев А.М., Мамедбекова Р.Г., Ализаде А.С. Нанофильтрация – как новый метод предотвращения накипобразования в системах опреснения минерализованных вод. Проблемы энергетики, №1, 2011, Баку, с.92-106.
6. Two-pass nanofiltration seawater desalination prototype testing and evaluation. Desalination and Purification Research and Development Program Report №158, Denver, Colorado, 2013.
7. [www.dow.com](http://www.dow.com)

### **XƏZƏR SUYUNUN NANOSÜZÜLMƏ TEXNOLOGİYASI İLƏ ŞİRİNLƏŞDİRİLMƏSİNİN TƏDQIQI**

**Abdullayev K.M., Ağamaliyev M.M., Əhmədova C.A.**

*Azərbaycan Dövlət Neft və Sənaye Universiteti, Bakı şəhəri, Abdullayev\_36@mail.ru, agamaliyevm@mail.ru, ahmedova\_cahan1975@mail.ru.*

### **XÜLASƏ**

Göstərilir ki, Abşeron yarımadasının dənizkənarı rayonlarının su təchizatı sistemi membran texnologiyaları əsasında şirənləşdirmə qurğuları ilə həyata keçirilə bilər. Bununla əlaqədar ROSA kompyuter proqramı vasitəsilə Xəzər dənizi suyunun şirənləşdirilməsi üçün müasir nanosüzülmə texnologiyasının imkanları tədqiq edilir.

### **RESEARCH NANOFILTRATION DESALINATION OF TECHNOLOGY THE CASPIAN WATER**

**Abdullayev K.M., Agamaliyev M.M., Ahmadova J.A.**

*Azerbaijan State Oil and Industry University, Baku, Abdullayev\_36@mail.ru, agamaliyevm@mail.ru, ahmedova\_cahan1975@mail.ru.*

### **SUMMARY**

It is shown that the membrane technology can form the basis of modern water supply systems for marine areas in the Absheron peninsula. In this regard, using a computer program ROSA investigate the possibility of desalination technology of the Caspian Sea on the basis of modern technology of nanofiltration.

## УЛЬТРАФИОЛЕТОВАЯ ТЕХНОЛОГИЯ – СОВРЕМЕННЫЙ СПОСОБ ОБЕЗЗАРАЖИВАНИЯ СТОЧНЫХ ВОД

**Баранов В.Л.**, зам. начальника технологического отдела, НПО «ЛИТ»;  
**Василяк Л.М.**, д. ф.-м. н., профессор, главный научный сотрудник, ОИВТ РАН;  
**Смирнов А.Д.**, д. т. н., профессор, главный научный сотрудник, ЭКЦ НИИ ВОДГЕО;  
**Ткачев А.А.**, нач. технологического отдела, НПО «ЛИТ».

*Ключевые слова:* сточные воды, обеззараживание, хлорирование, дехлорирование, ультрафиолет, амальгамная лампа низкого давления.

Современные нормативные требования к обеззараживанию сточных вод с помощью хлорсодержащих реагентов требуют наличия обязательной стадии дехлорирования. Альтернативным методом обеззараживания сточных вод является применение ультрафиолетового излучения с использованием амальгамных ламп низкого давления. Данный метод характеризуется высокой эффективностью обеззараживания в отношении всех типов микроорганизмов, включая вирусы, отсутствием негативного влияния на окружающую среду, компактностью оборудования. В статье приведено технико-экономическое сравнение двух методов обеззараживания: с использованием хлорсодержащего реагента и ультрафиолетовым излучением. Показано, что метод УФ обеззараживания является экономически более эффективным.

Проблема защиты водных ресурсов от попадания в них загрязнений, приводящих к нарушению здоровья населения, является одной из приоритетных задач для сохранения благоприятной окружающей среды.

Поэтому современные государственные нормативы, такие как СанПиН 2.1.5.980-00 и СанПиН 2.1.5.2582-10, прямо указывают, что не допускается сброс необеззараженных сточных вод, опасных по эпидемическому критерию. После процесса обеззараживания сточные воды не должны содержать возбудителей инфекционных заболеваний бактериальной, вирусной или паразитарной природы [1].

Существует несколько основных промышленных методов обеззараживания, которые можно разделить на две основные группы:

- 1) с использованием химических реагентов;
- 2) безреагентные физические методы.

К первой группе относятся озонирование и хлорирование (хлором или хлорсодержащими реагентами, такими как гипохлориды натрия и кальция).

Озонирование пока не нашло широкого применения при обеззараживании сточных вод из-за высокой стоимости самого оборудования и комплекса сопутствующих сооружений и высоких энергетических затрат. Данный метод был популярен в конце 1970-х начале 1980-х годов, но в настоящий момент практически не применяется. Так, например, в США, согласно результатам анализа МГУП «Мосводоканал», доля очистных станций канализации, использующих озонирование, не превышает 4% [2].

Метод хлорирования получил широкое распространение в нашей стране и мире. Согласно СНиП 2.04.03-85 «Канализация. Наружные сети и сооружения» 1985 года, обеззараживающий эффект достигается при обеспечении концентрации остаточного хлора не менее 1,5 мг/л в очищенной воде после контакта. Продолжительность контакта хлора с водой должна составлять не менее 30 минут. Указанная концентрация и время контакта эффективны в отношении патогенных бактерий, но не гарантируют необходимой эпидемиологической безопасности в отношении вирусов и других хлорустойчивых микроорганизмов (паразитарных простейших). Попадание в водоемы хлорустойчивых штаммов как индикаторных, так и патогенных микроорганизмов, не только повышает эпидемические риски, но и создает проблемы при водоподготовке питьевой воды на водопроводных станциях, расположенных ниже по течению [3].

Воздействие даже крайне низких концентраций хлора (порядка 0,01 мг/л) снижает способности фитопланктона к усвоению нитратного и аммонийного азота, вплоть до полного прекращения процессов самоочищения водоемов.

Хлорирование сточных вод сопровождается образованием различных хлорорганических соединений, которые, поступая со сточными водами в водоем, представляют опасность, как для биоценоза самого водоема, так и для человека, как высшей ступени трофических цепей [4]. Такие соединения могут обладать высокой токсичностью, мутагенностью и канцерогенностью, даже однократное загрязнение донных отложений может приводить к поражению микроорганизмов биоценоза, сохраняющемуся на протяжении нескольких лет [5].

Многочисленные негативные факторы, связанные с повышенной токсичностью соединений хлора, сбрасываемых в водоем после процесса обеззараживания, привели к ужесточению нормативов на сброс остаточного хлора и внедрению процесса дехлорирования после собственно обеззараживания хлором.

В Российской Федерации в 2012 году введена в действие актуализированная редакция СНиП 2.04.03-85 в виде свода правил СП 32.13330.2012, где в п. 9.2.11.2 указывается, что «Обеззараживание сточных вод, сбрасываемых в водные объекты, рекомендуется производить ультрафиолетовым излучением. Допускается обеззараживание хлором или другими хлорсодержащими реагентами (хлорной известью, гипохлоритом натрия, получаемым в виде продукта с химических предприятий, электролизом растворов солей или минерализованных вод, прямым электролизом сточных вод и др.) при обеспечении обязательного дехлорирования обеззараженных сточных вод перед сбросом в водный объект» [6]. Таким образом, в соответствии со СНиП стадия дехлорирования является обязательной при использовании хлорсодержащих реагентов для обеззараживания, что значительно увеличивает капитальные затраты на строительство сооружений обеззараживания.

Дехлорирование удаляет остаточный хлор, но не исключает попадания в водоем хлорорганических соединений, которые образовались в период контакта хлора с обеззараживаемой сточной водой. Современные государственные нормативы устанавливают жесткие предельно-допустимые концентрации продуктов трансформации хлора [7].

Кроме того, в последние годы, в связи с высокой аварийностью хлорных хозяйств, требования Ростехнадзора России, сформулированные в «Правилах безопасности производств хлора и хлорсодержащих сред», значительно ужесточаются [8]. Решение этих задач связано с переоборудованием хлорных хозяйств, созданием санитарных зон для хлораторных и складов хлора, а зачастую современные станции ОСК уже располагаются в черте разросшейся городской застройки. Соблюдение указанных правил, которые распространяются и на объекты с применением гипохлорита натрия, требует больших затрат.

Использование вместо хлор-газа других, менее опасных, хлорсодержащих реагентов (например, гипохлорита) увеличивает безопасность производства, но при этом возрастают и эксплуатационные расходы, обусловленные низким содержанием активного хлора в растворе гипохлорита натрия по сравнению с чистым хлором (17-19%), приводящим к большему расходу потребляемого реагента (в 5-6 раз) [9].

Также необходимо строительство сложного и дорогостоящего комплекса сооружений:

- зданий для хранения хлорсодержащих реагентов;
- станций дозирования и подачи хлорсодержащего реагента в сточную воду;
- систем инженерных коммуникаций, предназначенных для подачи раствора реагента к точкам смешения со сточной водой;
- вспомогательных сетей (водо-, тепло- и энергоснабжение).

При производстве гипохлорита натрия, на объекте необходимо строительство электролизной станции, состоящей из следующих элементов:

- склады поваренной соли;
- электролизеры;
- станции подготовки раствора поваренной соли с насосной станцией для подачи раствора в электролизеры;
- системы подготовки воды;
- системы утилизации отходов и стоков, образующихся в процессах получения гипохлорита.

Для обеспечения бесперебойной и безаварийной работы электролизного оборудования необходимо использование высококачественного сырья (поваренной соли) и предварительного кондиционирования воды.

На рисунке 1 показано помещение электролизной, производительностью 300 кг/сут по эквиваленту активного хлора, рассчитанной на обработку 10 000 м<sup>3</sup>/сут сточных вод [10]. На рисунке 2 представлены некоторые аппараты станции получения гипохлорита мощностью 7 000 кг/сут по эквиваленту активного хлора.



Рисунок 1. Помещение электролизной (10 тыс. м<sup>3</sup>/сут).



Рисунок 2. Аппараты станции получения гипохлорита.

Обязательное применение дехлорирования добавляет дополнительный комплекс сооружений:

- реагентное хозяйство для хранения реагентов (тиосульфита натрия, диоксида серы или др.) и приготовления раствора;
- система дозирования и доставки раствора реагента в сточную воду;
- смеситель для обеспечения необходимой степени перемешивания;
- контактный резервуар для обеспечения времени контакта.

Зачастую, в современных условиях городских ОСК нет возможности выделить дополнительную земельную площадь для постройки контактных резервуаров дехлорирования. Например, для станции, предназначенной для обработки 170 тыс. м<sup>3</sup>/сут сточных вод, необходим контактный резервуар на 5200 м<sup>3</sup>.

Таким образом, обеззараживание сточных вод с применением хлорсодержащих реагентов, при условии обеспечения безопасности сооружений, сопровождается значительными капитальными затратами и установкой разнообразного технологического оборудования, требующего постоянного эксплуатационного контроля.

В современных условиях альтернативным решением для обеззараживания сточных вод являются методы обработки, основанные на физических воздействиях на сточную воду. Наиболее эффективным и широко применяемым методом является воздействие излучения в ультрафиолетовом диапазоне (УФ обеззараживание).

Применение в составе оборудования амальгамных ламп низкого давления в качестве источника УФ излучения позволяет реализовать следующие преимущества метода:

- высокая эффективность обеззараживания в отношении вирусов и других микроорганизмов, устойчивых к хлору [2];
- исключено образование в сточных водах побочных продуктов обеззараживания, негативно влияющих на здоровье человека и организмов



биоценоза водоемов, то есть метод абсолютно безопасен с экологической точки зрения;

- отсутствие влияния процесса обеззараживания на биоценоз водоема, так как у УФ обеззараживания нет пролонгированного эффекта;
- увеличение стабильности обеззараживания, так как колебания концентраций органических веществ оказывают минимальное влияние на УФ обеззараживание, тогда как количество используемого хлора напрямую зависит от величины хлорпоглощаемости, которая зависит от содержания органических веществ;
- минимальное капитальное строительство из-за отсутствия необходимости возведения контактных резервуаров для стадий хлорирования и дехлорирования, УФ обеззараживание требует нескольких секунд облучения для обеспечения необходимого эффекта;
- компактность УФ оборудования на современных амальгамных лампах низкого давления позволяет минимизировать затраты на строительномонтажные работы;
- отсутствие каких-либо реагентов в процессе обеззараживания обеспечивает безопасность процесса для обслуживающего персонала и не требует каких-либо специальных мер безопасности;
- высокая энергетическая эффективность, достигаемая благодаря использованию амальгамных ламп низкого давления последнего поколения;
- низкие эксплуатационные расходы, связанные только с заменой УФ ламп (один раз в полтора-два года) и затратами на электроэнергию.

Таким образом, применение УФ обеззараживания исключает появление проблем, характерных для обеззараживания хлорсодержащими реагентами. Это привело к широкому распространению метода УФ обеззараживания, как в России, так и за рубежом. Например, в США 65% действующих станций очистки сточных вод уже применяют УФ обеззараживание, а в проектируемых станциях доля УФ обеззараживания достигла 90%.

Нормативная база РФ также подтверждает эффективность и предпочтительность использования ультрафиолетового излучения как метода обеззараживания сточных вод. В указанных выше СНиП 2.04.03-85, в актуализированной редакции от 2012 года, обеззараживание рекомендуется производить именно ультрафиолетовым излучением (п. 9.2.11.2).

В настоящий момент УФ обеззараживание применяется как на небольших локальных очистных сооружениях, так и на крупнейших станциях, например, на Курьяновских очистных сооружениях в г. Москве с расходом 3,2 млн. м<sup>3</sup>/сут.

На рисунке 3 приведен план станции УФ обеззараживания, предназначенной для обработки 171 000 м<sup>3</sup>/сут. Всё оборудование размещается в быстровозводимом здании площадью 110 м<sup>2</sup> из модульных конструкций.

Такая станция была реализована на ГОСК г. Владивосток в 2012 году. На рисунке 4 представлен внешний вид здания УФ обеззараживания, а на рисунке 5 показаны каналы с УФ модулями и электротехнические шкафы, расположенные над каналами. Станция очень компактная и не требует присутствия персонала при эксплуатации.

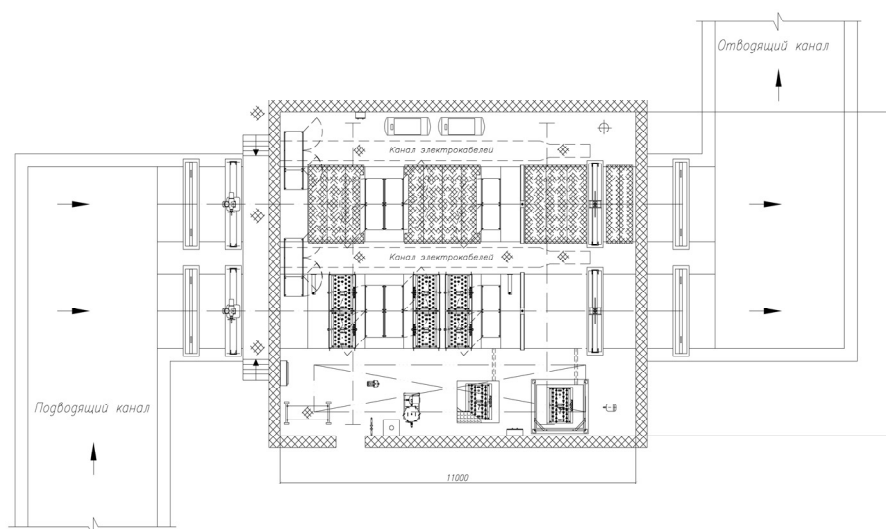


Рисунок 3. План станции УФ обеззараживания (г. Владивосток, 171 тыс.м<sup>3</sup>/сут).



Рисунок 4. Внешний вид УФ станции.

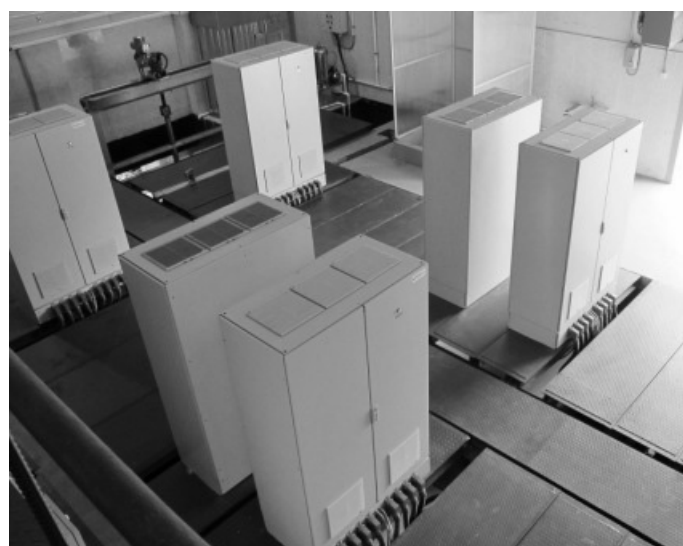


Рисунок 5. Вид внутри помещения.

Только технологические и эксплуатационные преимущества метода УФ облучения не позволяют в полной мере оценить эффективность внедрения этого метода обеззараживания по сравнению с обеззараживанием гипохлоритом натрия, также необходимо сравнивать и экономические характеристики.

Для оценки экономической составляющей двух методов обеззараживания было выполнено технико-экономическое сравнение для реальных канализационных очистных сооружений различной производительности (72 и 100 тыс. м<sup>3</sup>/сут), которое подробно приведено в таблице № 1 и в обобщенном виде представлено на диаграммах № 1 и №2.

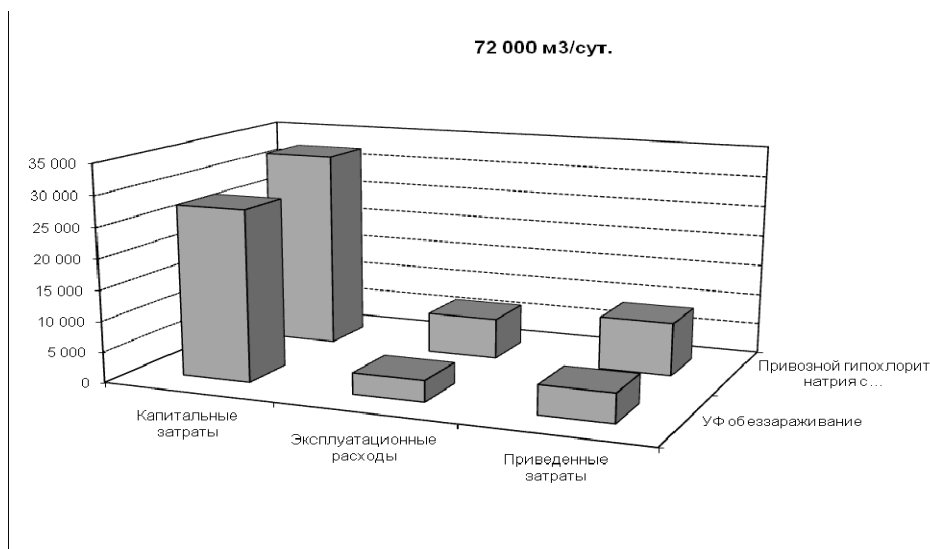


Диаграмма 1. Сравнение затрат для КОС мощностью 72 тыс. м<sup>3</sup>/сут.

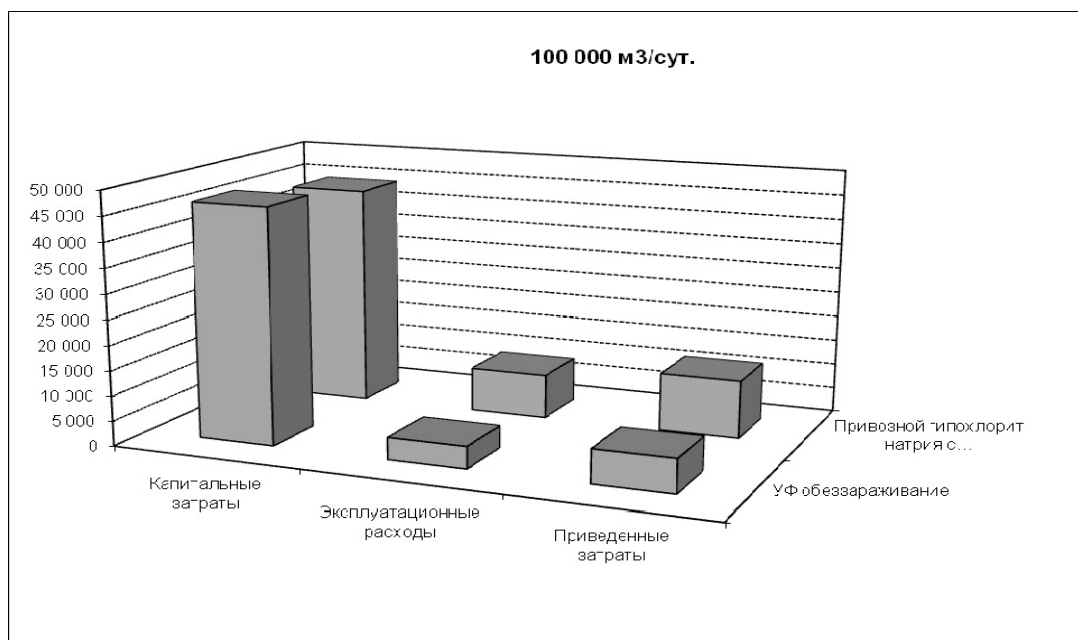


Диаграмма 2. Сравнение затрат для КОС мощностью 100 тыс. м<sup>3</sup>/сут.

Таблица № 1.

Производительность сооружений			72 000 м³/сут		100 000 м³/сут	
№	Показатель	Ед. изм.	УФ обеззараживание	Привозной гипохлорит натрия с дехлорированием	УФ обеззараживание	Привозной гипохлорит натрия с дехлорированием
1	Капитальные затраты (цены на 2010 г.)	тыс. руб.	27760	32226	46783	44204
2	Годовые эксплуатационные расходы (Э)	тыс. руб.	3417	6617	4387	8888
	- гипохлорит натрия	тыс. руб.	0	3527	0	4899
	- тиосульфат натрия	тыс. руб.	0	816	0	1133
	- электроэнергия	тыс. руб.	1899	39	2279	48
	- доставка реагента	тыс. руб.	0	811	0	1126
	- замена ламп	тыс. руб.	986	0	1183	0
	- заработная плата	тыс. руб.	0	576	0	576
	- текущий ремонт	тыс. руб.	278	322	468	442
	- прочие расходы	тыс. руб.	255	527	458	663
3	Годовая потребность в					
	- гипохлорите натрия	т	0	415	0	576
	- тиосульфате натрия	т	0	35	0	49
	- электроэнергии	тыс. кВт/ч	576	12	691	15
	- УФ лампах	шт.	131	0	158	0
4	Численность обслуживающего персонала	чел	0	4	0	4
5	Амортизационные отчисления (А)	тыс. руб.	1275	2057	2290	2741
6	Приведенные затраты (А + Э)	тыс. руб.	4692	8675	6677	11628
7	Годовой экономический эффект	тыс. руб.	3983		4951	

Как видно из приведенных данных, абсолютная величина годового экономического эффекта от применения оборудования УФ обеззараживания сточных вод растет с увеличением производительности сооружений за счет существенного снижения эксплуатационных расходов даже при незначительном увеличении объемов обрабатываемых стоков.

Полученная технико-экономическая оценка показывает, что метод УФ обеззараживания примерно на 40% экономичнее, чем хлорирование с использованием гипохлорита натрия.

Для сооружений еще большей производительности (см. таблицу № 2 для сооружений с расходом 650 тыс. м<sup>3</sup>/сут) эксплуатационные расходы при использовании УФ метода обеззараживания становятся в 3 раза ниже, чем при хлорировании.

Таблица № 2.

№	Показатель	Ед. изм.	УФ обеззараживание	Привозной гипохлорит натрия с дехлорированием
1	Эксплуатационные расходы (Э)	тыс. руб.	13865	44798
	- гипохлорит натрия	тыс. руб.	0	28690
	- тиосульфат натрия	тыс. руб.	0	7367
	- электроэнергия	тыс. руб.	5675	846
	- доставка реагента	тыс. руб.	0	7319
	- замена ламп	тыс. руб.	8190	0
	- заработная плата	тыс. руб.	0	576
2	Годовой экономический эффект	тыс. руб.	30932	

В таблицах для расчетов стоимости оборудования метода обеззараживания гипохлоритом натрия рассматривался случай привозного гипохлорита от предприятия-изготовителя, расположенного на расстоянии 150 км от очистных сооружений канализации. В случае же производства гипохлорита натрия непосредственно на сооружениях капитальные затраты возрастают: СМР возрастет из-за необходимости возведения здания для установки электролитического получения гипохлорита натрия из растворенных в воде солей NaCl, стоимость оборудования возрастет в несколько раз. Что касается эксплуатационных расходов, то снизятся затраты только на обеззараживающий реагент. Остальные составляющие затрат не изменятся – заработная плата, доставка реагентов, прочие расходы, либо возрастут – затраты на электроэнергию, текущий ремонт и амортизационные отчисления.

#### Выводы.

Ультрафиолетовое обеззараживание сточных вод обеспечивает высокую эффективность обеззараживания в отношении патогенных микроорганизмов и вирусов, не оказывая негативного влияния на окружающую среду и гарантируя полное соблюдение действующих государственных нормативов РФ в сфере обеззараживания сточных вод.

В статье показано, что применение УФ излучения для обеззараживания сточных вод предпочтительно не только с экологической точки зрения, но и является экономически выгодной альтернативой хлорированию.

#### Список литературы

1. СанПиН 2.1.5.980-00 «Гигиенические требования к охране поверхностных вод», Минздрав России, 2000 г.
2. Загорский В. А., Козлов М. Н., Данилович Д. А., Методы обеззараживания сточных вод//Водоснабжение и санитарная техника, 1998, №2, с. 5.
3. МУ 2.1.5.800-99 «Организация госсанэпиднадзора за обеззараживанием сточных вод», Минздрав России, 2000 г.
4. Murphy K.L., Zaloum R., Fulford D. Effects of chlorination practice on soluble organics //Water Res. (G.B.). 1975. № 389.
5. Технический справочник по обработке воды: в 2 т. / Пер. с фр.– СПб: Новый журнал, 2007.

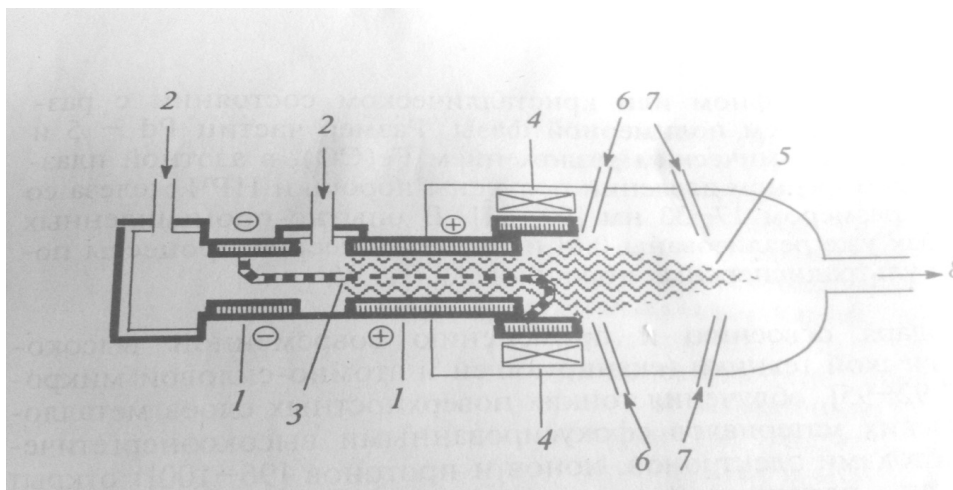
6. СП 32.13330.2012 «Актуализированная редакция СНиП 2.04.03-85 Канализация. Наружные сети и сооружения», Министерство регионального развития РФ, 2012 г.
7. ГН 2.1.5.1315-03 «Предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования», Минздрав России, 2003 г.
8. Федеральные нормы и правила в области промышленной безопасности «Правила безопасности производств хлора и хлорсодержащих сред» (утв. приказом Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору от 20 ноября 2013 г. № 554).
9. Б.Е. Бреслов, А.И. Бивалькевич, А.Д. Смирнов, А.К. Стрелков Эффективность и экономическая целесообразность промышленных методов обеззараживания сточных вод // Водоснабжение и сан. техника. 2012. № 1.
10. <http://www.ecofes.ru>

## SUYUN TƏMİZLƏNMƏSİNDƏ İSTİFADƏ OLUNAN NANOQURULUŞLARIN ALINMASI QURĞUSU

Mirzəyev V.S., Musayeva A.K., Fətullayev Fəqan.A., Fətullayev Fərid.A., Aralis S.V.,  
Əyyubova G.Ş.

*Elmi-Tədqiqat Aerokosmik İnformatika İnstitutu, MAKİA, vuqar.m.s@mail.ru*

Nanoquruluşlar arasında ən maraqlı və geniş istifadə etmək potensialına malik olan karbon nanoborularıdır. Müasir zamanda nanoborulardan istifadə etməklə suyu effektiv təmizləmək, hətta dəniz suyunu içməli səviyyəyə qaldırmaq olar. Tərəfimizdən elektrik qövsü plazma generatoru yaradılmışdır ki, bunun vasitəsilə istənilən metalın nanohissəcini və karbon nanoboruları almaq mümkündür. ( Şəkil 1 ).



Şəkil 1. Elektrik qövsü plazmatorunun reaktorunun sxemi.

Məlumdur ki, laboratoriya şəraitində nanoborular əsasən maddələrin lazerlə buxarlandırılması, qövs boşalmasında termiki və katalizatorlardan istifadə etməklə kimyəvi üsullarla alınır. Bu üsulların çatışmayan cəhəti onların mürəkkəb texniki qurğulara malik olması, periodikliyi və kiçik iş resursuna malik olmasıdır. Metal nanohissəciklərin, nanoborularının alınmasının ən mükəmməli elektrik qövsü plazma reaktoru təşkil edir. Əksər plazma reaktorunun iş prinsipi eynidir. Belə ki, çətinəriyən materialdan hazırlanan katod ilə intensiv soyudulan anod arasında elektrik qövsü yaradılır. Bu katodla anoda yüksək gərginlik verməklə baş verir. Sonra bu qövsdən plazmayaradıcı maddələr olan işçi cisimlər buraxılır. İşçi cisim hava, su buxarı, arqon, helium və s. ola bilər. Yekunda işçi cisimlər ionlaşaraq maddənin dördüncü aqrekat halı olan plazmanı yaradırlar.

Tərəfimizdən yaradılan plazma qurğusu plazma reaktorundan və kimyəvi reaksiya məhsullarını stabiləşdirən kameradan ibarətdir. Reaktor işçi maddələrin daxil olması üçün 2 klapanındandan, kimyəvi reagentlərin verilməsi üçün 6 girişdən, soyuq qaz qarışığının 7 girişindən və təzyiqi təmizləmək üçün ventillə təchiz olunmuşdur. İkiqat elektrodlarla 1 təmin olunmuş qurğu imkan verir ki, reaktor həm dəyişən, həm də sabit cərəyanla işləsin. 4 elektromaqnit sarğacıdır ki, onun vasitəsilə plazma selini stabiləşdirmək olur. Qurğunun ən üstün cəhəti onun laval ucluğu 8 ilə təmin olunmasıdır. Laval ucluğu ondan keçən qaz qarışığı selinin çox böyük sürətlə çıxmasını təmin edir. Qeyd edək ki, laval ucluğu həm də anodun aşınmasının qarşısını alır. Reaktorda aşağı temperaturlu plazmada elektronların və ionların enerjisi plazmayaradan qazların hissəciklərinin effektiv ionlaşma enerjisindən kiçikdir. Aydın ki, belə şəraitdə kimyəvi reaksiyanın sürəti daha böyük olur, bu isə plazma qurğusunun ölçülərini kiçiltməyə imkan verir. Qaz fazasından plazmokimyəvi çökdürmə üsulunda qazşəkilli karbon mənbələri ( metan, asetilen yaxud karbon monooksid ) hər hansı

yüksək enerji mənbələrinin təsirinə məruz qalır və molekulu atomlara parçalayır. Parçalanmış atomlar katalizatorlarla örtülmüş isti altlığa çökdürülür.

Katalitik plazmokimyəvi çökdürmə üsulundan istifadə etməklə nanoborunun diametrinə və yaranma sürətinə nəzarət etmək olar. Katalizator hissəciyinin diametrindən asılı olaraq bir və ya çox saylı nanoboru alın bilər. Katalizator olaraq adətən dəmirin müxtəlif birləşmələrindən (dəmir xlorid, dəmir salisilat yaxud dəmir pentakarbonil) – reduksiyaedici mühitdə əmələ gələn dəmir istifadə olunur. Plazmanın temperaturu termocüt vasitəsilə ölçülür və  $400^{\circ}\text{K}$ -dən  $4200^{\circ}\text{K}$ -ə qədər dəyişir, bu da  $\text{Zn}(419^{\circ}\text{C})$ ,  $\text{Ag}(960,5^{\circ}\text{C})$ ,  $\text{Fe}(1540^{\circ}\text{C})$ ,  $\text{Ni}(1453^{\circ}\text{C})$ ,  $\text{Co}(1500^{\circ}\text{C})$ ,  $\text{Cr}(1900^{\circ}\text{C})$ ,  $\text{Ti}(1670^{\circ}\text{C})$ ,  $\text{Cu}(1053^{\circ}\text{C})$ ,  $\text{Pt}(1773^{\circ}\text{C})$ ,  $\text{Mo}(2620^{\circ}\text{C})$ ,  $\text{W}(3400^{\circ}\text{C})$  və s. kimi metalların nanohissəciklərinin alınmasına imkan verir. Bərkiməni ya soyuq qaz axınından, ya da digər vasitələrlə yerinə yetirmək mümkün olur.

#### **Ədəbiyyat siyahısı**

1. A.M.Məhərrəmov., M.Ə.Ramazanov., L.İ.Əliyeva “Nanotexnologiya”, Çarşıoğlu, Bakı-2007 səh. 231.
2. Кобаяси Н. Введение в нанотехнологии. М., Бином, 2005, стр. 134.
3. Сергеев Г.Б. Нанохимия. М., Изд. МГУ, 2003, стр. 285.
4. А.Д. Помогайло., А.С. Розенберг., И.Е. Уфлянд. Наночастицы металлов в полимерах, Москва “Химия” 2000, стр. 671.

#### **УСТРОЙСТВО ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ НАНОСТРУКТУР ДЛЯ ОЧИСТКИ ВОДЫ**

**Мирзоев В.С., Мусаева А.К., Фатуллаев Фаган.А., Фатуллаев Фарид.А., Аралис С.В.,  
Аййубова Г.Ш**

*Научно-исследовательский институт аэрокосмической информации, НАА, г. Баку, [vuqar.m.s@mail.ru](mailto:vuqar.m.s@mail.ru)*

В работе показано схема устройства для производства металлических нанотрубок и принцип работы описано подробно.

#### **DEVICE FOR PRODUCING NANOSTRUCTURES TO PURIFY WATER**

**Mirzayev V.S., Musayeva A.K., Fatullayev Faqan.A., Fatullayev Farid.A., Aralis S.V.,  
Ayyubova G.Sh**

*Scientific-Research Institute of Aerospace Information, NAA, Baku, [vuqar.m.s@mail.ru](mailto:vuqar.m.s@mail.ru)*

In this work shown the scheme of device for producing (or obtaining) metal nanotubes and described in detail working principle.



## СЕРТИФИКАЦИЯ ОСАДКОВ СТОЧНЫХ ВОД И ПРЕДЛОЖЕНИЯ ПО РАЗЪЯСНЕНИЮ И УРЕГУЛИРОВАНИЮ ПРИРОДООХРАННОГО ЗАКОНОДАТЕЛЬСТВА

\* **Беляева Светлана Дмитриевна**, кандидат технических наук,  
директор по научной работе, ООО НПФ «БИФАР»; руководитель органа  
по сертификации ООО «БИФАР-Экология»; 125371, Россия, Москва,  
Волоколамское шоссе, 87, тел.: (495) 491-47-65, e-mail: info@bifar.ru

\* **Короткова Елена Викторовна**, старший научный сотрудник ООО НПФ «БИФАР»,  
ведущий аудитор органа по сертификации ООО «БИФАР-Экология

\* **Петров Михаил Игоревич**, научный сотрудник, аудитор органа  
по сертификации ООО «БИФАР-Экология

Осадки сточных вод – это большая группа отходов, которая образуется в результате очистки хозяйственно-бытовых и смешанных сточных вод. Удаление осадков с территории очистных сооружений с целью экологически-безопасного использования или размещения в окружающей среде является обязательным условием эффективной работы сооружений. Выбор возможного способа использования осадков, или необходимость захоронения базируется на достоверном определении макрокомпонентного и примесного состава, класса опасности для окружающей среды, санитарно-микробиологических, санитарно-паразитологических показателей и других свойств осадков и определения соответствия требованиям нормативной документации. **Решение перечисленных задач решается при проведении процедуры добровольной сертификации осадков и других видов отходов**, осуществляемой органом по сертификации ООО «БИФАР-Экология», аккредитованным в «Системе обязательной сертификации по экологическим требованиям», зарегистрированной МПР РФ.

Идентификация состава и свойств осадков и других отходов проводится с учетом анализа технологических схем и методов обработки. **Обработка осадков** является составной частью единого технологического процесса очистки воды и обработки осадков на очистных сооружениях канализации и осуществляется в целях снижения массы, объема, влажности, улучшения физико-механических свойств, стабилизации органических веществ, снижения запаха, обеззараживания, придания благоприятного товарного вида, что обеспечивает возможность дальнейшего экологически безопасного использованию или размещения в окружающей среде.

Обследование очистных сооружений канализации, анализ технических решений по обработке осадков и многочисленные сертификационные испытания показали, что в России включены в проекты или реализованы на очистных сооружениях канализации следующие технологические схемы:

механическое обезвоживание на ленточных фильтр-прессах, центрифугах, камерных-фильтр-прессах и другом оборудовании и последующая выдержка обезвоженного осадка в естественных условиях в течение нескольких лет с периодическим перемешиванием на иловых площадках или площадках стабилизации;

подсушка и выдержка осадков в естественных условиях на иловых площадках в течение нескольких лет;

аэробная стабилизация избыточного активного ила или смеси сырого осадка и избыточного активного ила, последующее механическое обезвоживание стабилизированной смеси и выдержка обезвоженного осадка в естественных условиях в течение нескольких лет;

сбраживание осадков в метантенках при мезофильном режиме, механическое обезвоживание и последующая выдержка в естественных условиях;

сбраживание осадков в метантенках при термофильном режиме и механическое обезвоживание;

механическое обезвоживание и компостирование осадков с органосодержащими наполнителями (опилками, торфом, соломой, листвой) в течение 4–6 месяцев;

механическое обезвоживание, смешивание осадков с известью, песком, грунтом и выдержка в естественных условиях в течение нескольких месяцев или лет;

механическое обезвоживание и термическая сушка;

механическое обезвоживание, термическая сушка и сжигание;

механическое обезвоживание и сжигание и др.

Указанные технологические схемы и методы обработки предусмотрены Сводом правил СП 32.13330.2012 «Канализация. Наружные сети и сооружения. Актуализированная редакция СНиП 2.04.03-85»; многие включены в проект Информационно-технического справочника по наилучшим доступным технологиям «Очистка сточных вод с использованием централизованных систем водоотведения поселений, городских округов». Использование или размещение в окружающей среде осадков, не подвергнутых указанным методам обработки, может повлечь за собой негативные последствия, связанные с отрицательным влиянием на почву, поверхностные и подземные воды, а также ухудшение санитарной обстановки.

**Для определения компонентного состава осадков очень важно правильно отобрать пробу. Следует отметить, что с 1.01.2016 г. вступил в силу ГОСТ Р 56226-2014 «Ресурсосбережение Осадки сточных вод Методы отбора и подготовки проб», разработанный с учетом опыта отбора проб для целей сертификации.**

Физико-химическая природа осадков обуславливает их **высокую влагоудерживающую способность** – в состав осадков входят химически связанная влага; влага, удерживаемая коллоидной фракцией, и гигроскопическая влага. Влажность осадков колеблется в широких пределах, как на различных этапах обработки, так и после завершения обработки. Влажность осадков, подсушенных на иловых картах, или механически-обезвоженных, как правило, составляет 75-85 %; при выдержке обезвоженного осадка в естественных условиях в зависимости от времени выдержки и внешних факторов влажность может снижаться до 30-60 %; при термической сушке остаточная влажность составляет 10-20 %. **Масса осадков за счет потери влаги снижается в несколько раз.**

**В состав сухих веществ осадков входят минеральные и органические соединения.**

Количественное определение минеральных макрокомпонентов позволяет идентифицировать минеральную часть осадков и подтвердить вывод о том, что, как правило, в осадках преобладают инертные соединения в форме оксидов кремния, кальция, магния, железа, алюминия и др. компонентов, которые попадают в осадки в основном с песчаными и глинистыми частицами. В осадках могут присутствовать также сульфаты, фосфаты, карбонаты и др. соли, а также гидроксиды и другие соединения.

Результатами масс спектрального и атомно-эмиссионного анализов установлено также наличие в осадках широкого спектра не нормируемых элементов в малых концентрациях - до 1 и менее мг/кг сухого вещества, а также ряда других ненормируемых элементов в концентрациях до 500 мг/кг.

**Органические вещества в основном представлены соединениями природного происхождения** - углеводами (клетчатка, крахмал и др.), белками, азотсодержащими органическими соединениями (аминокислоты) и др., входящими в состав **избыточного активного ила и хозфекальных загрязнений**. Соотношение этих групп зависит от технологической схемы очистки воды и обработки осадков, соотношения сырого осадка и избыточного ила, возможного использования минеральных реагентов, и главным образом, от времени выдержки осадка в естественных

условиях. В процессе выдержки под воздействием естественных микробиологических процессов происходит разложение и стабилизация органических веществ и как следствие относительное увеличение зольности и снижение массы.

**Указанные три группы веществ и являются основой макрокомпонентного состава осадков.**

На рис. 1 в качестве примера приводится макрокомпонентный состав осадков, подсушенных и выдержанных в естественных условиях в течение нескольких лет на одном из объектов, где проводились сертификационные испытания. Концентрации минеральных и органических компонентов представлены в % на фактическую влажность. По сумме компонентный состав близок к 100 %. Незначительные отклонения находятся в пределах суммарных ошибок количественных определений отдельных компонентов.

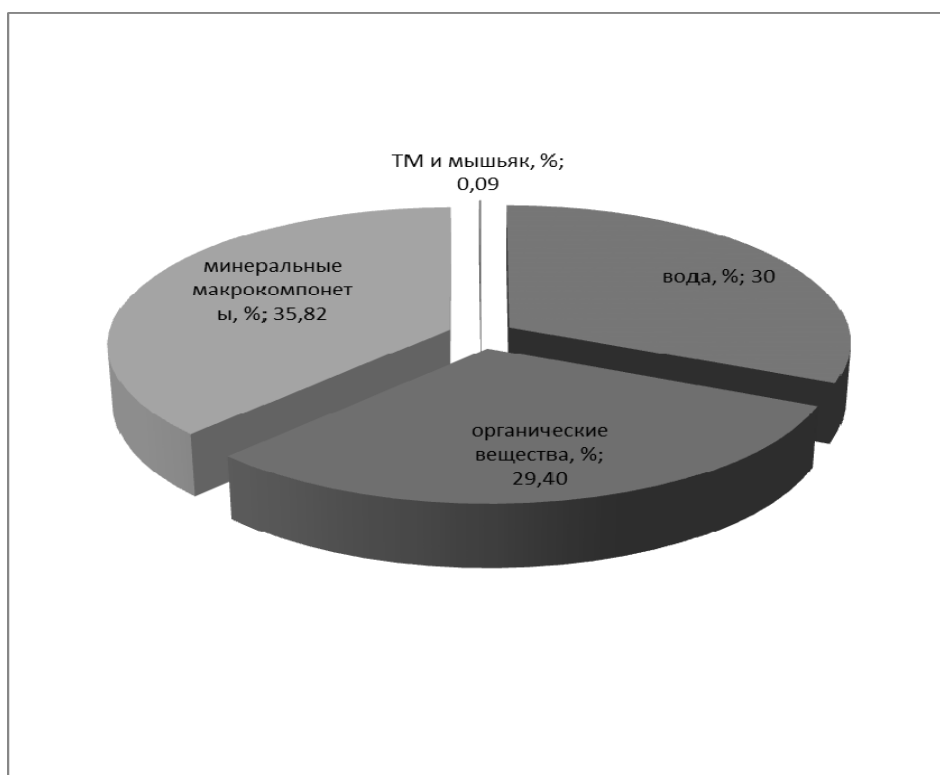


Рис.1. Компонентный состав осадков сточных вод, подсушенных и выдержанных в естественных условиях в течение нескольких лет.

В осадках могут присутствовать некоторые минеральные загрязнения, поступающие, как с производственными, так и с хозяйственно-бытовыми сточными водами. К таким загрязнениям относятся **металлсодержащие микрокомпоненты (тяжелые металлы) и мышьяк**. Выявлена тенденция снижения концентраций тяжелых металлов и мышьяка в осадках, сформированных в последние 15 лет; суммарная концентрация тяжелых металлов, как правило, ниже 0,5 % от массы сухого вещества. Из нормируемого перечня металлов большинство не только соответствуют требованиям нормативных документов по утилизации и размещению, но и находятся на уровне ПДК и ОДК почв. Вместе с тем, в составе осадков на протяжении нескольких лет может отмечаться присутствие 1-2 металлов, характерных для тех или иных очистных сооружений, в концентрациях близких или превышающих нормативы, что свидетельствует о попадании производственных сточных вод – рис.2.

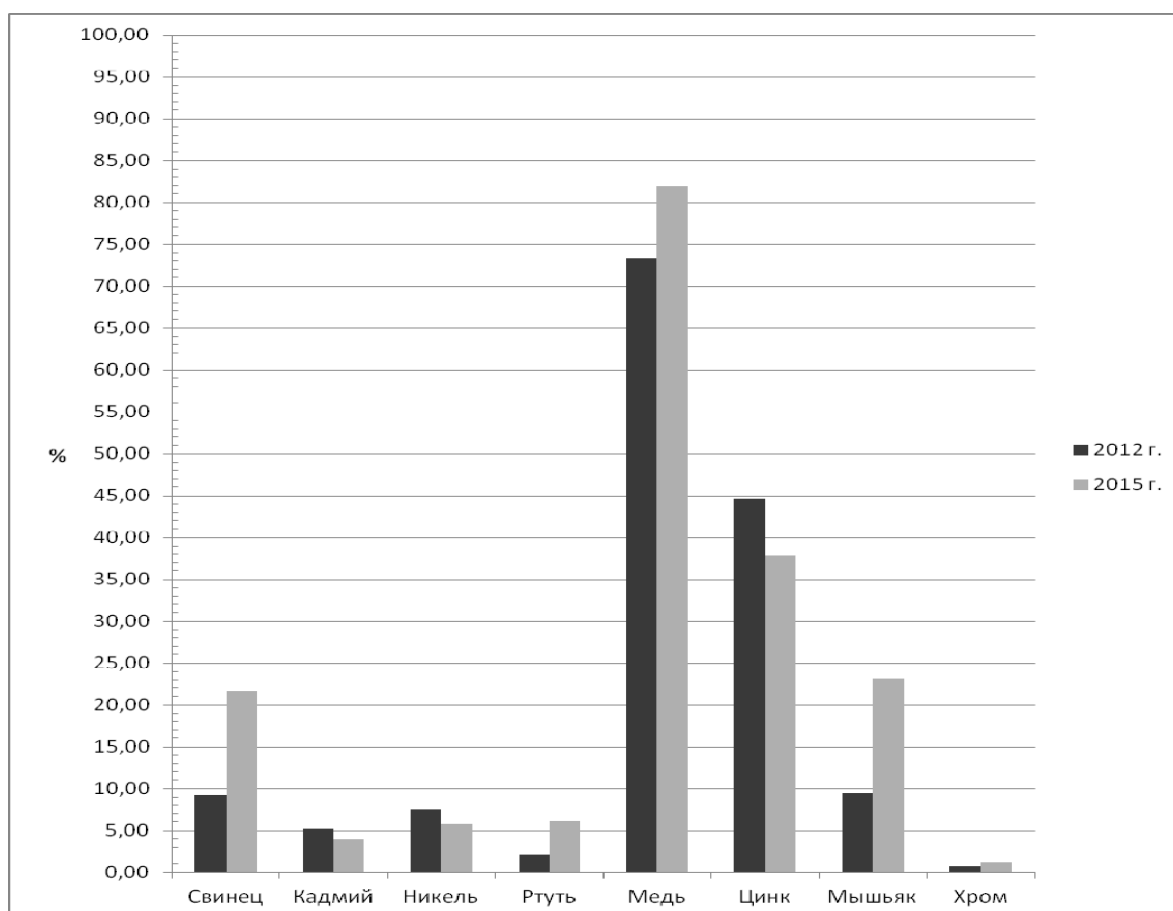


Рис.2. Сравнительное содержание нормируемых тяжелых металлов и мышьяка в осадках сточных вод на одном из объектов, за 2012, 2015 гг., в % от требований ГОСТ Р 17.4.3.07-2001(I группа)

**Определение класса опасности расчетным методом** осуществляется с учетом компонентного состава. С 2001 г. по 2015 г. определение класса опасности осуществлялось в соответствии с «Критериями отнесения отходов к классу опасности для окружающей природной среды», М.2001 г., утвержденными Приказом № 511 от 15.06.2001 г. МПР РФ. Как правило, по расчету осадки соответствуют IV или V классу опасности.

Согласно «Критериям...» (п.п. 16-18) для подтверждения отнесения отходов к 5 классу опасности, установленного расчетным методом, используется экспериментальный метод, основанный на проведении тестов по биотестированию и биodeградации водной вытяжки из отходов. Биотестирование водной вытяжки из пробы осадков проводилось в аккредитованных лабораториях, например в специализированной лаборатории ГПБУ «Мосэкомониторинг», Аналитическая инспекция. Тесты на биотестирование не всегда подтверждали результаты расчетного метода.

В соответствии с п. 18 «Критериев...», «в случае присутствия в составе отхода органических или биогенных веществ, проводится тест на устойчивость к биodeградации для решения вопроса о возможности отнесения отхода к классу меньшей опасности». При снижении ХПК до нормативных значений (70 % в фильтрованной и 60 % в отстаиванной пробе) в течение 28 суток или менее, отход признаётся биоразлагаемым, и на основании этого может быть переведён в класс меньшей опасности.

**Тест на биodeградацию в соответствии с программой сертификационных испытаний** проводился в аналитической лаборатории ООО НПФ «БИФАР», в

область аккредитации которой включена методика определения биохимической разлагаемости по ХПК. В большинстве случаев в процессе эксперимента достигается нормативное снижение ХПК за меньшее время, что свидетельствует о том, что осадки относятся к биоразлагаемым отходам. Вместе с тем, следует отметить, что результаты тестов на биоразлагаемость не всегда учитывались органами Росприроднадзора при согласовании класса опасности.

В настоящее время действует новая редакция «Критериев...», которая называется **«Критерии отнесения отходов к I-V классам опасности по степени негативного воздействия на окружающую среду»** - утв. Приказом Минприроды России от 4 декабря 2014 г. № 536, вступил в действие с 11.01.2016 г. Новым документом введены некоторые изменения в формулировки критериев отнесения отходов к классам опасности:

либо Критерий (1) – степень опасности отхода для окружающей среды ( $K_1$ ),

либо Критерий (2)- кратность разведения ( $K_p$ ) водной вытяжки из отхода, при которой вредное воздействие на гидробионты отсутствует.

**По сути ничего не изменилось: определение  $K_1$  – это расчетный метод; определение  $K_p$  – это экспериментальный метод.** Более подробно в новой редакции описан метод биотестирования; конкретизированы отходы, класс опасности которых определяется только по определению  $K_p$ . **Вместе с тем, из документа исчез пункт, предусматривающий возможность перевода отхода в класс меньшей опасности путем проведения теста на биодegradацию.** *Следует отметить, что правомерность использования показателя «биодegradация» при оценке класса опасности отхода обусловлена требованиями международных соглашений, подписанных Россией в связи с ратификацией Базельской конвенции. Россия является страной участницей Европейского соглашения о международной дорожной перевозке опасных грузов (ДОПОГ). В 2007 г. Совет Организации экономического сотрудничества и развития (ОЭСР) принял «Дорожную карту» присоединения РФ к конвенции об учреждении ОЭСР. В «Дорожной карте» изложены мероприятия по гармонизации нормативно-правовой базы присоединяющихся к ОЭСР стран.*

*Тест на биоразлагаемость является обязательной процедурой при определении класса опасности всех водных сред, включая вытяжки из отходов в рекомендациях ДОПОГ и OECD (ECD GUIDELINES FOR THE TESTING OF CHEMICALS, 1984, 1992, 1998, 2000, 2008, 2011, 2012). Вышеизложенное подтверждает нецелесообразность и неправомерность исключения теста по биоразлагаемости из новой редакции «Критериев...».*

**Целью сертификации является также определение потребительских и других свойств осадков, соответствия требованиям утвержденной нормативной документации и возможных направлений использования.**

Основными нормативными документами, регламентирующими требования к осадкам при использовании в качестве органических удобрений, почвогрунтов, инертного материала при рекультивации нарушенных земель являются:

ГОСТ Р 17.4.3.07-2001 «Охрана природы. Почвы. Требования к свойствам осадков сточных вод при использовании их в качестве удобрений»;

ГОСТ Р 54651-2011 «Удобрения органические на основе осадков сточных вод. Технические условия»;

СанПиН 2.1.7.573-96 «Гигиенические требования к использованию сточных вод и их осадков для орошения и удобрения»;

ГОСТ Р 54534-2011 «Ресурсосбережение. Осадки сточных вод. Требования при использовании для рекультивации нарушенных земель»;

ГОСТ Р 54535-2011 «Ресурсосбережение. Осадки сточных вод. Требования при размещении и использовании на полигонах».

Как правило, **осадки, обезвоженные и обработанные методами компостирования, или выдержки в течение 2-5 лет в естественных условиях** содержат значительное количество удобрительных макро- и микроэлементов, органических веществ, обеззаражены, имеют характерный землистый запах и **могут быть использованы в качестве органических удобрений.**

**Осадки с большим сроком выдержки имеют более высокую зольность, которая может достигать 65% и более, и достаточно низкую влажность, при которой теряются пластичные свойства – не более 55%. Осадки также обеззаражены и стабилизированы. По ГОСТ Р 54534-2011 и ГОСТ Р 54535-2011 указанные осадки могут использоваться в качестве инертного или изолирующего материала при рекультивации нарушенных земель, полигонов ТБО и полигонов промышленных отходов.**

По результатам сертификационных испытаний оформляется **экологический сертификат соответствия и паспорт качества**, в котором указывается компонентный состав, санитарные и радиологические показатели, ХПК и БПК водной вытяжки, класс опасности для окружающей среды, а также приводятся рекомендуемая область использования.

Казалось бы, с точки зрения специалистов и логики, в отношении обработки и использования осадков все понятно, но в практической деятельности осадки сточных вод **в большинстве случаев являются предметом пристального рассмотрения органов Росприроднадзора** при согласовании «Проектов нормативов образования отходов и лимитов на их размещение (ПНООЛР)» и начислении платы за негативное воздействие на окружающую среду предприятиям, в ведении которых находятся очистные сооружения, а в большинстве случаев это Водоканалы. При этом отход часто называется обобщающим термином - иловый осадок, который не учитывает принятую технологическую схему обработки, предусмотренную проектом и технической документацией предприятия. Как правило, эксперты Росприроднадзора, согласовывающие ПНООЛР, не принимают во внимание, что очистка воды и обработка осадка это единый технологический процесс, осуществляемый на очистных сооружениях, и при включении в лимиты и определении класса опасности отбирают пробу после промежуточной стадии обработки.

При оформлении отказных писем в ответах Департаментов Росприроднадзора могут звучать такие формулировки:

*«В соответствии с технологией обработки сточных вод (принцип очистки) сырой осадок и избыточный ил с влажностью 96-99 % являются отходами, т.к. образуются непосредственно от осуществления основной деятельности предприятия и накапливаются в соответствующих технологических емкостях. В момент выемки из технологических емкостей (накопителей) происходит образование отходов сырого осадка и избыточного ила с влажностью 96-99 %, которые ручным методом транспортировки направляются на установки снижения влажности данных видов отходов».*

И это пишет эксперт на имя руководителя предприятия, на котором реализована наиболее прогрессивная технология, включающая механическое обезвоживание и компостирование осадка с опилками. При этом **компостирование, которое предусмотрено проектом более 10 лет назад, является биотехнологическим и экологически-безопасным процессом, не учитывается, а рассматривается как лицензируемый вид деятельности.** Это не единичный случай. Специалистам, работающим в Водоканалах, а также проектирующим очистные сооружения и разрабатывающим технологии обработки осадков остается только опустить руки перед подобным невежеством и признать победу чиновников над специалистами сложной жизнеобеспечивающей отрасли. Подобные заключения дискредитируют целое ведомство, целью которого должна быть охрана окружающей среды и поддержка

предприятий, внедряющих современные природоохранные технологии, основанные на научных разработках, позволяющих получить из осадка товарный продукт, а не сбор платежей любым способом.

С учетом вышеизложенного **предлагается внести некоторые разъяснения по вопросам, связанным с осадками сточных вод как «отходами» и согласовать их с Федеральной службой по надзору в сфере природопользования.** Это поможет избежать противоречий при разработке и согласовании ПНООЛР.

Ниже приводятся формулировки таких понятий, как отходы производства и потребления, хранение отходов, класс опасности, утилизация, лицензирование в соответствии с действующим законодательством, а также предложения по разъяснению указанных понятий, учитывающих специфику осадков сточных вод и методов их обработки.

**В соответствии с Федеральным законом от 29 декабря 2014 г. № 458-ФЗ «Об отходах производства и потребления» (статья 1, пункт а), «отходы производства и потребления (далее отходы) – вещества или предметы, которые образованы в процессе производства, выполнения работ, оказания услуг или в процессе потребления, которые удаляются, предназначены для удаления, или подлежат удалению в соответствии с настоящим ФЗ».**

***Предложение по разъяснению понятия «отходы» в отношении осадков сточных вод.***

*«В связи с тем, что удалению с территории очистных сооружений, на которых осуществляется очистка воды и обработка осадков, подлежат осадки, прошедшие технологические стадии обработки, предусмотренные проектной и технической документацией, к отходам производства и потребления относятся осадки, прошедшие технологические стадии обработки, предусмотренные проектной и технической документацией.*

***Осадок после промежуточных стадий обработки не подлежит удалению с территорий очистных сооружений, не классифицируется как «отход производства и потребления».***

**В соответствии с Федеральным законом № 458-ФЗ (статья 1, пункт в), «хранение отходов – складирование отходов в специализированных объектах сроком более чем на одиннадцать месяцев в целях утилизации, обезвреживания, захоронения».**

***Предложение по разъяснению понятия «хранение осадков сточных вод». «Хранение осадков» – складирование и хранение осадков, прошедших технологические стадии обработки, предусмотренные проектной и технической документацией на технологических сооружениях, в том числе иловых площадках, площадках стабилизации и обеззараживания, площадках временного хранения в течение одиннадцати месяцев в целях утилизации или захоронения».***

***Предложение по разъяснению порядка определения класса опасности осадков сточных вод для окружающей среды.***

***«Класс опасности для окружающей среды определяется для осадков, прошедших обработку в соответствии с принятой технологической схемой, и подготовленных для удаления с территории очистных сооружений и последующего использования или размещения в окружающей среде.***

***Включить в документ «Критерии отнесения отходов к I-V классам опасности по степени негативного воздействия на окружающую среду» - утв. Приказом Минприроды России от 4 декабря 2014 г. № 536, вступил в действие с 11.01.2016 г. тест на биоразлагаемость с целью уточнения класса опасности.***

В соответствии с Федеральным законом № 458-ФЗ (статья 1, пункт в), **«утилизация отходов – использование отходов для производства товаров (продукции), выполнения работ, оказания услуг, включая повторное применение отходов, в том числе повторное применение отходов по прямому назначению (рециклинг), их возврат в производственный цикл после соответствующей подготовки (регенерация), а также извлечение полезных компонентов для их повторного применения (рекуперация)».**

***Предложение по разъяснению понятия «утилизация» в отношении осадков сточных вод.***

***«Утилизация осадков – использование осадков в зависимости от состава и свойств:***

***в качестве органических удобрений или почвогрунтов при выращивании сельскохозяйственных культур, в зеленом и дорожном строительстве при создании газонов и задернении придорожного полотна, высадке древесно-кустарниковых растений, в питомниках лесных и декоративных культур, для рекультивации нарушенных земель и полигонов ТБО и т. п.;***

***в качестве инертного материала при рекультивации нарушенных земель и создании изолирующих слоев при складировании отходов ТБО и т. п.;***

***возможны другие способы утилизации в зависимости от свойств и состава осадков при соответствующем обосновании».***

В соответствии с Федеральным законом от 04.05.2011 № 99-ФЗ (ред. от 13.07.2015 г, с изм. от 30.12.2015 г. «О лицензировании отдельных видов деятельности» (статья 12, Перечень видов деятельности, на которые требуются лицензии, пункт 30) деятельность по сбору, транспортированию, обработке, утилизации, обезвреживанию, размещению отходов I-IV классов опасности

С 1 сентября 2016 г. вступило в силу Соглашение между Федеральной службой по надзору в сфере природопользования и Правительством МО о передаче Правительству МО осуществления части полномочий в области охраны окружающей среды и в области обращения с отходами производства и потребления – утверждено Распоряжением Правительства РФ от 03.08.2016 № 1646-р.

***Предложение по разъяснению лицензирования деятельности по обезвреживанию отходов в отношении осадков сточных вод.*** «Деятельность по обработке и обезвреживанию осадков сточных вод, осуществляемая на очистных сооружениях в соответствии с запроектированным технологическим процессом и в соответствии с действующей технической документацией, **не подлежит лицензированию.**

***Деятельность по утилизации осадков сточных вод в качестве органических удобрений, почвогрунтов, инертного и изолирующего материала не подлежит лицензированию».***

В противном случае, потенциальные потребители – комбинаты по благоустройству, строительные и дорожные организации, занимающиеся благоустройством территории и озеленением придорожного полотна, питомники по выращиванию саженцев лесных и декоративных культур, полигоны ТКО и промышленных отходов и др., в основном мелкие потребители, вынуждены будут получать лицензию. Это еще более усугубит и так сложную ситуацию с использованием осадков.

***«Подготовить предложения по классификации осадков в зависимости от их происхождения, методов обработки и свойств для внесения дополнений и расширения перечня осадков в Федеральном классификационном каталоге отходов, утвержденный Приказом Министерства природных ресурсов и экологии РФ от 18 июля 2014 г. № 445.***



*Приведенные предложения по урегулированию вопросов природоохранного законодательства публикуются для обсуждения на предприятиях, осуществляющих очистку воды и обработку осадков сточных вод. Надеемся получить отзывы, замечания и новые предложения и найти формы взаимодействия с Федеральной службой по надзору в сфере природопользования.*

## СОВРЕМЕННАЯ ПРОБЛЕМАТИКА ОБЕЗЗАРАЖИВАНИЯ СТОЧНЫХ ВОД

**Василяк Л.М.,** д. ф.-м. н., главный научный сотрудник, ОИВТ РАН;  
**Смирнов А.Д.,** д. т. н., главный научный сотрудник, ЭКЦ НИИ ВОДГЕО.

Обеззараживание коммунальных и промышленных сточных вод хлорагентами (хлор, гипохлорит натрия и т.д.) является одной из острых экологических проблем в мире, в том числе, и в нашей стране.

В настоящее время в РФ десятки тысяч тонн хлора и гипохлорита натрия в год производятся и расходуются на обеззараживание коммунальных и промышленных сточных вод. Все эти хлорагенты попадают в реки, озера, подземные горизонты.

Общепризнанно, что хлорированные сточные воды наносят колоссальный вред биоценозу водоемов и рыбному хозяйству, а накопление хлорорганических соединений в донных отложениях и подрусловых горизонтах кардинально ухудшает качество водоисточников – стратегический залог здоровья населения. Канадский «Акт о защите окружающей среды» (*Canadian Environmental Protection Act, List of Toxic Substances - Schedule 1, 2013*) рассматривает хлорированные сточные воды как отдельную позицию в списке токсичных веществ, наряду, к примеру, с ртутью. Поэтому современные нормативы, в том числе и Российской Федерации, требуют обязательного дехлорирования сточных вод в случае применения этой технологии обеззараживания. Например, австралийский нормативный документ *Guidelines for Environmental Management. Disinfection of Treated Wastewater (2002 г.)* предписывает применение процесса дехлорирования для снижения токсичного эффекта хлорированных сточных вод.

В Российской Федерации в 2012 году введена в действие актуализированная редакция СНиП 2.04.03-85 «Канализация. Наружные сети и сооружения» в виде свода правил СП 32.13330.2012, где в п. 9.2.11.2 указывается, что «Обеззараживание сточных вод, сбрасываемых в водные объекты, рекомендуется производить ультрафиолетовым излучением. Допускается обеззараживание хлором или другими хлорсодержащими реагентами (хлорной известью, гипохлоритом натрия, получаемым в виде продукта с химических предприятий, электролизом растворов солей или минерализованных вод, прямым электролизом сточных вод и др.) при обеспечении обязательного дехлорирования обеззараженных сточных вод перед сбросом в водный объект». Таким образом, в соответствии со СНиП стадия дехлорирования является обязательной при использовании хлорсодержащих реагентов, что значительно увеличивает капитальные затраты на строительство сооружений обеззараживания. А зачастую, в современных условиях городских ОСК нет возможности выделить дополнительную земельную площадь для постройки контактных резервуаров дехлорирования. Например, для станции, предназначенной для обработки 170 тыс. м<sup>3</sup>/сут сточных вод, необходим контактный резервуар объемом 5200 м<sup>3</sup>.

Исходя из этого, в индустриально развитом мире, в том числе, и в нашей стране, появились и успешно внедряются безхлорные технологии обеззараживания сточных вод. Наиболее эффективным и широко применяемым методом является воздействие излучения в ультрафиолетовом диапазоне (УФ обеззараживание). Именно данная технология в актуализированной редакции СНиП 2.04.03-85 прописана как рекомендованная и базовая.

Применение в составе оборудования современных амальгамных ламп низкого давления в качестве источника УФ излучения позволяет реализовать следующие преимущества метода:

- высокая эффективность обеззараживания в отношении вирусов и других микроорганизмов, устойчивых к хлору;

- в сточных водах не образуются побочные продукты обеззараживания, негативно влияющие на здоровье человека и организмов водоемов, то есть метод абсолютно безопасен с экологической точки зрения;
- отсутствие влияния процесса обеззараживания на биоценоз водоема;
- высокая стабильности обеззараживания;
- минимальное капитальное строительство из-за отсутствия необходимости возведения контактных резервуаров для стадий хлорирования и дехлорирования;
- компактность УФ оборудования на современных амальгамных лампах низкого давления позволяет минимизировать затраты на строительномонтажные работы;
- отсутствие каких-либо реагентов в процессе обеззараживания обеспечивает безопасность процесса для обслуживающего персонала и не требует каких-либо специальных мер безопасности;
- высокая энергетическая эффективность, достигаемая благодаря использованию амальгамных ламп низкого давления последнего поколения;
- низкие эксплуатационные расходы, связанные только с заменой УФ ламп (один раз в полтора-два года) и затратами на электроэнергию.

За последние 15-20 лет в России институтами Роспотребнадзора, Минздрава, Госкомприроды и ведущими водоканалами крупных городов (Москва, Санкт-Петербург, Уфа, Нижний Новгород, Красноярск, Екатеринбург, Новосибирск, Владивосток, Липецк, Астрахань, Тюмень, Рязань, Сочи и т.д.) намечен и реализуется переход на бесхлорные, экологически чистые технологии обеззараживания сточных вод, такие как ультрафиолетовое обеззараживание. При этом более 80 % УФ станций обеззараживания сточных вод в нашей стране – отечественного производства (в РФ работает более десяти компаний-производителей).

Отрадно отметить, что в области УФ обеззараживания воды и в производстве УФ оборудования отечественная наука и промышленность занимают лидирующие позиции не только в нашей стране, но и во всем индустриально развитом мире. Так, благодаря успешному сотрудничеству Мосводоканала, МФТИ и НПО «ЛИТ» были разработаны уникальные сверхмощные УФ лампы (с нанопокрытием), а на их основе – уникальное УФ оборудование для обеззараживания сточных вод в крупных городах и мегаполисах. Осенью 2012 г. (г. Москва) завершено строительство крупнейшей в мире УФ станции обеззараживания сточных вод производительностью более 3 млн. м<sup>3</sup>/сутки. Крупные станции обеззараживания воды российского производства в настоящее время работают в Будапеште, Пекине, Сеуле, Мадриде и других городах Европы и Азии.

На рисунке 1 приведен план станции УФ обеззараживания, предназначенной для обработки 171 000 м<sup>3</sup>/сут. Всё оборудование размещается в быстровозводимом здании площадью 110 м<sup>2</sup> из модульных конструкций.

Такая станция была реализована на ГОСК г. Владивосток в 2012 году. На рисунке 2 представлен внешний вид здания УФ обеззараживания, а на рисунке 3 показаны каналы с УФ модулями и электротехнические шкафы, расположенные над каналами. Станция очень компактная и не требует присутствия персонала при эксплуатации.

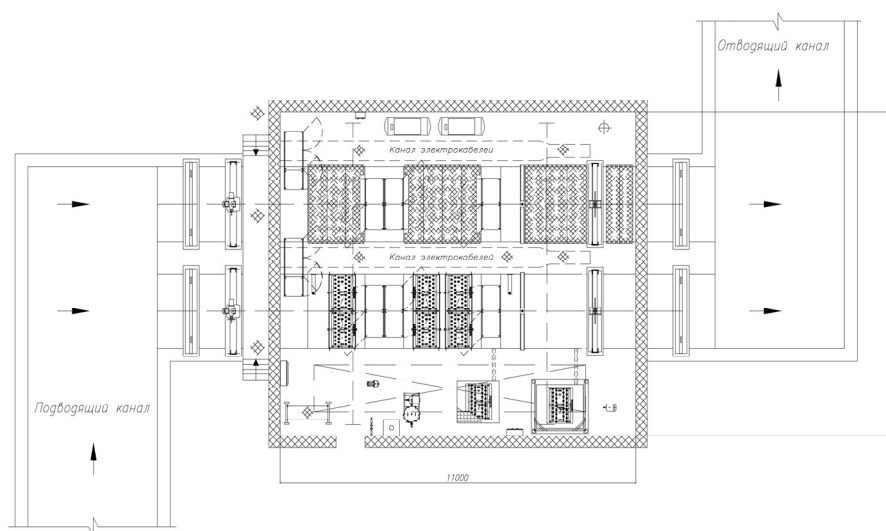


Рисунок 1. План станции УФ обеззараживания  
(ГОСК г. Владивосток, 171 тыс.м<sup>3</sup>/сут).



Рисунок 2. Внешний вид УФ станции.

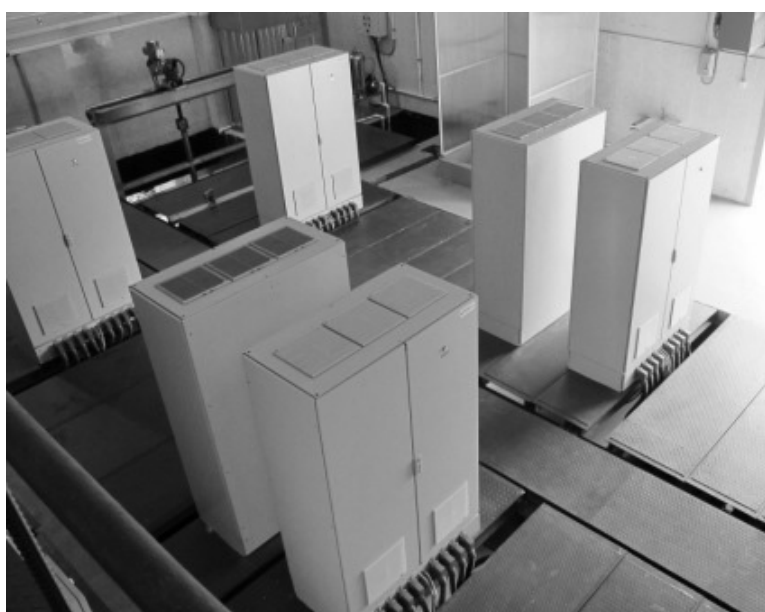


Рисунок 3. Вид внутри помещения.

Применение УФ обеззараживания сточных вод вместо хлорирования с обязательным дехлорированием является не только экологически правильным решением, но и экономически более выгодным.

Было произведено технико-экономическое сравнение двух проектирующихся канализационных очистных сооружений различной производительности (70 и 100 тыс. м<sup>3</sup>/сут).

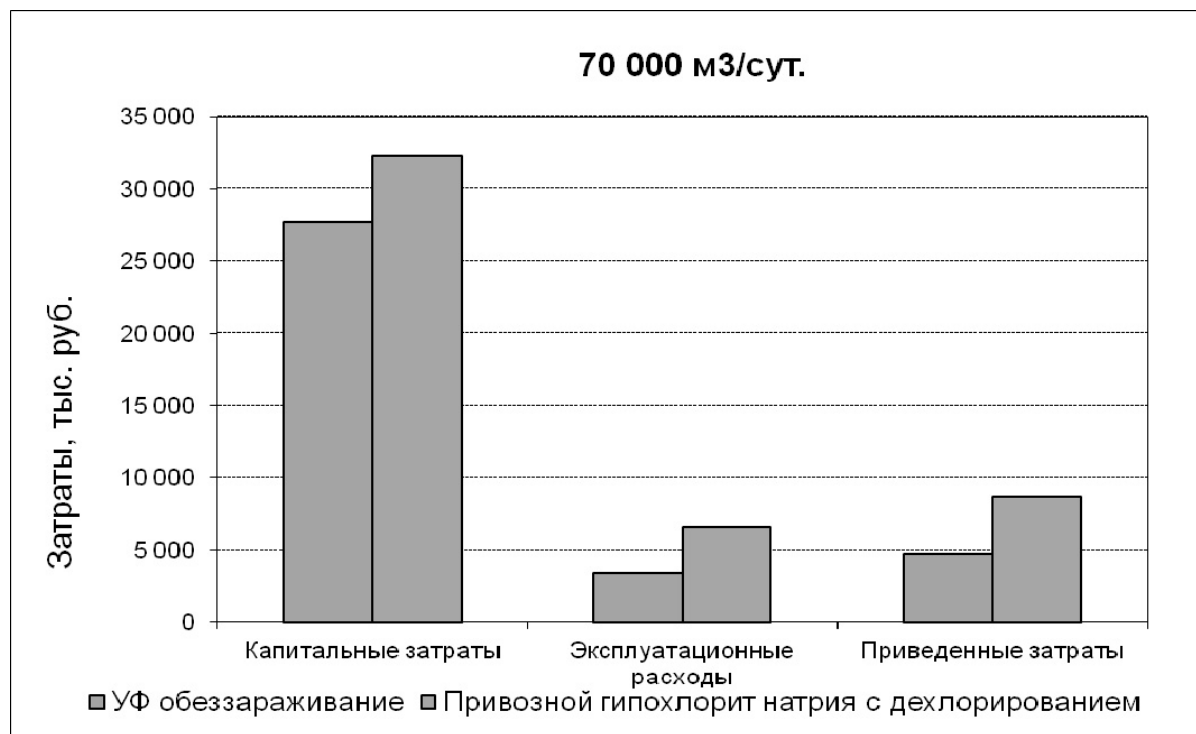


Диаграмма 1. Сравнение затрат для КОС производительностью 70 тыс. м<sup>3</sup>/сут.



Диаграмма 2. Сравнение затрат для КОС производительностью 100 тыс. м<sup>3</sup>/сут.

Как видно из приведенных данных, абсолютная величина годового экономического эффекта от применения оборудования УФ обеззараживания сточных вод растет с увеличением производительности сооружений за счет существенного снижения эксплуатационных расходов даже при незначительном увеличении объемов обрабатываемых стоков.

С ростом производительности очистных сооружений возрастает и разница в эксплуатационных расходах, так что затраты на хлорирование становятся в три раза выше чем на УФ обеззараживание.

На основе изложенных данных можно утверждать, что применение УФ обеззараживания является на 30-40% более экономичным методом, нежели хлорирование.

Дополнительным экономическим стимулом для применения дехлорирования либо для перехода на бесхлорные технологии для предприятий промышленности и коммунального хозяйства является Постановление Правительства РФ № 344 от 12 июня 2003 г. «О нормативах платы за выбросы в атмосферный воздух загрязняющих веществ стационарными и передвижными источниками, сбросы загрязняющих веществ в поверхностные и подземные водные объекты, размещение отходов производства и потребления» (в ред. Постановления Правительства РФ от 01.07.2005 г. № 410, с изменениями, внесенными Постановлением Правительства РФ от 08.01.2009 г. №7), которое предусматривает серьезные штрафы за сброс недехлорированных сточных вод (так, стоимость каждой тонны по показателю «хлор свободный (хлор активный) (Cl<sup>-</sup>)» колеблется в зависимости от условий применения от 27,5 до 137 млн. руб.).

К сожалению, опыт правоприменения этого Постановления нельзя назвать удачным. Формально показатель «хлор свободный (хлор активный) (Cl<sup>-</sup>)» допускает двоякое толкование. Хлор активный и хлор свободный – это два совершенно разных показателя и хотя технологически, а также из других нормативных документов, совершенно ясно, о чём идет речь (хлор активный, он же хлор остаточный, включает в себя свободный и связанный хлор), это отличие с успехом позволяет использовать это различие в ходе судебных разбирательств.

С другой стороны, сама стоимость штрафа в реальной экономической ситуации является ощутимо высокой и зачастую просто неподъемной даже для крупного предприятия, если оценить объемы штрафов на весь год для реальных условий. Для города с населением 0,5 млн. чел. при объеме стоков 250 тыс. м<sup>3</sup>/сутки годовой объем штрафов для водоканала составит ~ 3,7 млрд. руб., что сопоставимо со всей его годовой выручкой.

Представляется вероятным, что вышеназванное Постановление Правительства РФ будет изменено в части использования корректного термина для определения платы за сброс недехлорированных сточных вод. Это позволит ускорить переход на новые технологии (либо усовершенствовать старые, приведя их в соответствие с действующим законодательством) и кардинально улучшить экологическую обстановку на всей территории страны.

## **AZƏRBAYCANIN TƏBABƏT SU QUYULARI, “KOMPASLI EVLƏR”İ (tariximizin öyrənilməyən səhifələri)**

**Vəlizadə R.N.**

*AMEA, Hüquq və İnsan Haqları İnstitutu, Bakı şəhəri,  
yagubovatarana@gmail.com*

1859-cu ildə Şamaxı zəlzələsindən sonra qəza mərkəzinin Bakıya köçürülməsi ilə şəhər sürətlə inkişaf etməyə başladı. O zaman buradakı hərbi qarnizon da daxil olmaqla Bakının cəmi 7000 nəfər əhalisi vardı. Neft sənayesinin sürətlə inkişafı ilə əlaqədar olaraq 20-ci əsrin əvvəllərində Bakının əhalisi artıq 200 min nəfərə çatmışdı. Əhalinin artması ilə Bakıda içməli su qıtlığı artıq özünü kəskin şəkildə göstərirdi. O dövrdə Bakıda mövcud olan «xan su kəməri» sisteminin ovdanları və dərinliyi 64 metrədən az olmayan həyət quyuları şəbəkəsi əhalinin tələbatını ödəmək gücündə deyildi. İçməli suyun miqdarını artırmaq məqsədilə yeni quyuların qazılması, köhnə su hövzələrinin tutumunun artırılması və yenilərinin tikilməsi üçün tədbirlər görülməyə başlandı. 1865-ci ilə qədər Bakıda üç quyu-kəmər sistemi həm əhalini, həm də dəniz körpüsü və gəmiləri içməli su ilə təmin edirdi. Lakin bütün bunlar yenə də içməli su qıtlığının qarşısını almaq iqtidarında deyildi. Bakı üçün içməli su axtarışları Abşeron yarımadasla da daxil olmaqla, Züqulba su kəhrizlərinə, şimalda Dübrar dağlarına və qərbdə Kür çayına kimi geniş bir ərazini əhatə edirdi. 1879-cü ildə neft milyonçusu, şəhər dumasının üzvü Hacı Zeynalabdin Tağıyevin təklifi ilə su kəmərləri komissiyası yaradıldı və Bakını su ilə təmin etmək məqsədilə su mənbələrinin axtarışına 1000 rubl vəsait ayrıldı. Lakin Şabanov, Semyannikov, Uspenski, Baseviç və Sokolovski kimi geoloq və mühəndis - hidravliklərin axtarışları nəticəsində məlum oldu ki, Bakı ətrafında kifayət qədər içməli su ehtiyatı yoxdur. Bakı şəhərini içməli su ilə təmin etmək üçün müxtəlif layihələr təklif olunurdu. Bəziləri içməli suyun şəhərə Kür çayından gəmilərlə və ya Araz çayından tululqlarda gətirilməsini, bəziləri isə Göy-Göldən öz axarı ilə su xəttinin çəkilməsini təklif edirdi. Dəniz suyunun təmizlənərək şəhərə verilməsi, hətta Volqa çayının suyunun şəhərə gətirilməsi kimi o dövr üçün fantastik görünən ən müxtəlif təkliflər səslənirdi.

Xatırladım ki, Azərbaycan Dövlətçiliyinin qurulmasında, formalaşmasında və inkişafında, millətin mənəvi-əxlaqi dəyərlərinin, tarixi adət-ənənələrinin qorunub saxlanılmasında Su Diplomatiyasının böyük strateji rolu olub.

Bir damcı içməli suyun nəyə qədər olduğunu, onun gücünü göstərən dəlilləri elmi cəhətdən təhlil edən materiallar var. Məsələn dahi Həsən bəyin bu istiqamətdə məntiqi diqqəti cəlb edir.

Azərbaycan Respublikası Salman Mümtaz adına Dövlət Ədəbiyyat və İncəsənət arxivində ölkənin Su Diplomatiyası ilə bağlı araşdırmalar apararkən maraqlı məqamlara rast gəldik. Nümunə üçün 29 sentyabr 1900-cü il tarixli 8428 nömrəli və 9 avqust 1901-ci il tarixli məktubları diqqətə çatdırırıq. (F. №653. s.1. iş 2).

Məsələn böyük mütəfəkkir, Həsən bəy Zərdabinin Bakı Şəhər Dumasında komissiya üzvü kimi fəaliyyəti dövründə mütrəce qüvvələrin təsiri ilə Zuqulbanın çirkli su mənbələrindən Bakı şəhər əhalisinə içməli su adı ilə çəkilişi planlaşdırılan kəmərin tikintisinə millət fədaisi qəti etiraz səsinə ucaltmış və həmin məsələnin reallaşmasına imkan verməmişdir.

Həsən bəy Zərdabi “Vodnoe delo v qorode Baku “ (“Kaspiy” (№ 147, 149, 150), 1900) adlı məqaləsində və bu kimi digər məqalələrində, eyni zamanda Bakı Şəhər Dumasının iclaslarında Azərbaycanın, o cümlədən Bakı şəhərinin su təchizatı məsələləri ilə bağlı çox ciddi aspektlərə toxunur, onun həyata keçirilməsini yolunda əlindən gələni edirdi.

Millət fədaisi Həsən bəyin səsləndirdiyi ideyalar bu gün müstəqil Azərbaycan Respublikasında öz müsbət səmərəsini verməkdədir. Bunun əyani sübutu olaraq əsrin ən global layihələrindən biri olan “Oğuz-Qəbələ-Bakı” su kəmərinin paytaxt Bakı şəhərini içməli su ilə təmin etməsi faktını göstərmək olar.

Hesab edirəm ki, Azərbaycanın su problemləri ilə bağlı Həsən bəyin göstərmiş olduğu gərgin əməyini, misilsiz xidmətlərini qiymətləndirmək, onun xatirəsini əbədləşdirmək üçün ölkədə tikintisi başa çatdırılan nəhəng sosial obyektlərdən birinə Zərdabın adının verilməsi təqdirəlayiq hal olardı.

Həsən bəy Kür çayı boyunca yerləşən kəndlərdə əhalinin su təchizatının yaxşılaşdırılması üçün sahillərdə sutoplayıcı dambalar tikilməsini, hovuzlar yaradılmasını, kəhriz və artezian quyuların qazılmasını məsləhət bilmişdir.

Zərdabi “Şərqi Zaqafqaziyada suya ehtiyac” adlı məqaləsində, kanallar çəkməklə Kür düzənliyinin təbiətini dəyişdirməyin tamailə mümkün olduğunu qeyd etmişdir. O, ilk dəfə olaraq Mingəçevir kanalının çəkilməsi zərurətini və onun başlanğıc yerini müəyyən etmişdir. Bu kanalların çəkilməsinin böyük əhəmiyyət kəsb etməsini, ölkənin təbiətini dəyişdirəcək rolunu və bunun nəticələrini göstərən Həsən bəy Zərdabi yazırdı: “Belə suvarma kanallarının çəkilməsi Kür vadisinin fəionomiyasını dərhal dəyişdirər, indi zəhərli ilanlar məskən salmış olan və vəhşi ceyran sürülərinin sürətli ayaqları ilə qaçıdığı, köçərilərin qazmaları ətrafında özlərinə kölgəlik tapdığı, yayda dağlara uzaqlaşdığı yerlərdə çöllər yaşıllaşır, bağlar laləzar olar, indiki köçəri həyat sürülən yerlərdə əmək həyatı qaynamağa başlar, günün gündüz çağı təhlükə əmələ gətirən və xalqı soyub talayan quldur dəstələrindən bir əsər qalmaz”.

Həsən bəy insanın təbiəti dəyişdirmə qabiliyyətinə böyük inamla yanaşır: “ Nə vaxta qədər Kür bizə ana deyil, acıqlı ögey ana olacaqdır? Onu cilovlamaq, özümüzə tabe etmək, öz istədiyimiz vaxtda əkinlərimizi suvarmağa və gübrələməyə məcbur etmək vaxtı çatmamışdırmı?” (“ Kaspi” qəzeti, 1899, №114).

Zərdabi vətəninin bütün təbii imkanlarını nəzərdən keçirir və onlardan istifadə etmək yolları haqqında düşünürdü: “Acıqlı Araz əsrlər boyu gözləyir ki, nə vaxt onun sahilində yaşayan fərasətsiz adamlar onun sularını ona yapışıq olan Muğan çölünə çəkib oranı suvaracaq və yaşamaq üçün əlverişli edəcəkdir” (“Kaspi” qəzeti, 1889 № 210).

Zərdabi “Kaspi” qəzetində hələ 1899-cu ildə yazdığı məqalədə gələcəyin Mingəçevir hövzəsinin ideyasını vermişdir: “ Bu cür suvarma kanallarının başlanğıcı keçmiş Mingəçevir poçt stansiyasında yaxın dağlar ola bilər. O, zərurət tələb etdiyi qədər sahilindən çəkib düzənliklərə, çölə və beləliklə, məcraya qədər çata bilər. Əlbəttə, müxtəlif topoqrafik xüsusiyyətlər kanalların həm başlanğıcını, həm də istiqamətini dəyişdirə bilər, ola bilsin ki, kanal əvəzinə bir neçəsi tələb edildi, bunlardan hər birinin özünün xüsusi başlanğıcı, xüsusi rayonu olsun. Bir sözlə, Kür çayı sahili boyu, Bakı Yelizavetpol quberniyalarında uzunluğu 500 verst olan ümumi suvarma sistemi meydana çıxa bilər” (“Kaspi” qəzeti, 1899, №114).

Zərdabi elə bil ki, keçmiş Sovet hakimiyyəti illərində yaradılmış Mingəçevir “dənizini”, ondan çəkilən kanalları, bu kanalların suvardığı tarlaları özü əvvəlcədən görə bilmişdi. Onun nəcib arzuları ancaq yarım əsrdən sonra çiçəklənməyə başladı.

Həsən bəy Zərdabi yazır ki, meşələr su mənbəyi olub, bulaq və çay sularını çoxaldır, səthi su axımını azaldaraq eroziyanın qarşısını alır. O, “ Bakı quberniyasının Quba qəzasında meşələrin suqoruyucu əhəmiyyəti haqqında” adlı məqaləsində göstərir ki, Quba qəzasındakı 12 çaydan 5-i başlanğıcını dağ çəmən, 7-si isə dağ meşə qurşağından götürür. Dağ-çəmən zonasındakı çayların əsas yatağanının uzunluğu 131 verstdir, onların ümumi uzunluğu 515 verstdə çatan 94 qolu vardır. Bunlardan fərqli olaraq, dağ-meşə zonasında ümumi uzunluğu 133 verstdə çatan 7 çayın 24 qolu vardır ki, bu qolların da ümumi uzunluğu 129 verstdir. Çay şəbəkəsi sıxlığından fərqli olaraq çəmən zonasında 19 bulaq olduğu halda, meşə zonasında 58 bulaq vardır. Deməli, meşə zonasında çəmən zonasına nisbətən çayların ümumi uzunluğu 384 verst və 2.5 dəfə az, bulaqların sayı isə 49 bulaq və ya 3.6 dəfə çoxdur.

Göründüyü kimi, Zərdabi çayların, bulaqların yerini və məsafələrini (uzunluğunu) göstərməklə, onların uçotu – inventarizasiyasını aparan, bunların coğrafi yerləşmə səbəbini elmi əsaslarla çox düzgün izah edən yerşünas – yerquruluşçusu olmuşdur.

Həsən bəy Zərdabi 1899-cu ildə “Kaspi” qəzetində, “Zaqafqaziya bozqırlarının meşələşdirilməsi” mövzusunda dərc etdirdiyi məqaləsində yazırdı: “Təəssüf ki, bizim



vilayətin tarixi, xüsusən onun topoqrafiyası naməlum qaranlıqlarla örtülüdür və ona görə qədimdə meşələrimiz barəsində ətraflı danışmağa mümkünatımız yoxdur. Lakin Muğan, Mil, Kür, Şirvan və Şirvan-Kür bozqırlarında köhnə suvarma kanalları, qədim şəhər və kəndlərin qalıqları, eləcə də Mil düzünün bəzi yerlərində indiyədək qalmış bir sıra ağaclar onu göstərir ki, burada həyat vaxtı ilə bulaq kimi qaynayırdı, ucaboy ağaclar bitirdi”.

Həsən bəy Zərdabinin sözügedən məqaləsinə diqqət yetirdikdə görürük ki, susuzluqdan əsrlər boyu əziyyət çəkən Azərbaycanın düzən zonalarında da o, yerquruluşu mütəxəssisi, təbiətşünas, torpaqşünas bir alim olaraq dərin tədqiqat, uçot – inventarizasiya işləri ilə məşğul olmuş və özünəməxsus mütəxəssislik səriştəsi ilə Mil, Muğan, Şirvan düzünün qədim keçmişdə meşə ilə örtülü olmasını geoloji dəlillərlə sübut etməyə çalışmışdır.

Həsən bəy Zərdabinin Azərbaycanda suvarma kanallarının çəkilməsi, içməli su mənbəyinin yaradılması zərurəti ilə bağlı 130-140 il bundan öncə verdiyi ideyalar, elmi təkliflər və tövsiyələr bu gün müstəqil Azərbaycan Respublikasında uğurla həyata keçirilməkdədir.

1892-ci ildə isə Bakıda vəba epidemiyası yayılması ilə bağlı, şəhərin su kəhrizlərinin suyu istifadəyə yararsız hesab edilərək qadağan olunmuşdu. Həmin dövrdə su kəmərləri mühəndisləri-Moskvadan Altuxov, Parisdən Dümon və Tiflisdən Royit Bakı dumasına Kür suyunun şəhərə gətirilməsinə dair üç layihə təklif etdilər. Lakin bu layihələr Daxili İşlər Nazirliyinin Sankt-Peterburqdakı Texniki-İnşaat İnstitutu tərəfindən bir sıra texniki qüsurlarına və smeta xərclərinin düzgün hesablanmamasına görə rədd edildi. Bakının su təchizatı məsələlərinin həllində yerli şəraitə yaxşı bələd olan və yerli əhali arasında böyük nüfuza malik neft milyonçusu Hacı Zeynalabdin Tağıyev də yaxından iştirak edirdi. Avropa ölkələrinə olan səfərlərində Tağıyev texniki və mədəni aləmdə baş verən yeniliklərlə, Almaniya və Fransanın su və kanalizasiya qurğuları sistemi ilə yaxından tanış olmuşdu. Ona görə də O, Bakı şəhər dumasına Avropanın ən yaxşı hidravlik-mühəndisi sayılan serVilyam Harleyn Lindleyn Bakıya dəvət olunmasını təklif etdi. Ser Vilyam Harleyn Lindley dünya texniki tərəqqisinə bir çox töhfələr vermiş Lindleylər sülaləsinin nümayəndəsiydi. Ata və oğul Lindleylər Avropanın 35 şəhəri üçün su kəməri və kanalizasiya xətti inşa etmişdilər. Vilyam Lindleyn atası Avropada su kəmərləri inşasının öncüllərindən sayılırdı. Kiçik Lindley 1853-cü ildə anadan olmuş, London mülki mühəndislər institutunda təhsil almış, atasının rəhbərliyi altında Avstriya-Macaristan, Rumıniya, Almaniya, Hollandiya, İtaliya, Polşa və Rusiyada işləmişdi. Ser Vilyam Harleyn Lindley 1899-cu ilin payızında Bakıya gəldi. Lindley Bakıya gələn kimi vaxt itirmədən geoloq və mühəndislərin tədqiqat işlərinin nəticələri ilə tanış oldu və müvafiq layihələrin işlənməsi məqsədilə təklif olunan məntəqələrə, yəni Kür çayına yola düşdü. Kür çayı barəsində onun hələ Tiflisdə olduğu zamanlardan məlumatı vardı. Belə ki, 1895-ci ildə Mxet yaxınlığında - Qızıl kilsədə Tsalka bulaqlarının suyunun Tiflisə gətirilməsi layihəsinin memarı da məhz Lindley olmuşdu. İkinci tanışlıq isə Qafqaz dağlarının şimal yamaqlarının - Şalvuz-dağ, Bazar düzü və Şahdağın bulaqlarının suyundan bəhrələnen Samur çayı ilə oldu. Lakin Lindleyn diqqətini Şahdağ, Qusar yaylası və Qusar çayının yatağı cəlb etdi. Şübhəsiz Qusarçay əbədi buzlaqlarla örtülmüş geniş dağlıq ərazidə olduqca etibarlı, qida mənbəyi rolunu oynaya bilərdi. Uzun müşahidələrdən sonar Lindleyn gəldiyi qənaət belə idi: “Qafqaz dağlarının şimal yamaqlarının sel suları ilə yuyulması nəticəsində və çoxlu xırda çayların deltalarının yaratdığı geniş bir düzənlik mövcuddu. Onların yaratdığı qatlar dənizə tərəf meyilli olmaqla, əsasən su keçirici qum və kiçik daşlardan ibarətdi. Bu qatların arasını gil pərdəsi tutur. Bütün bunlar bir yataqda, yaxud da ayrı-ayrı təbəqələr şəklində dağlardan dənizə doğru hərəkət edən güclü bir yeraltı axının olduğundan xəbər verir. Şahdağ dağ massivi üzəri güclü təbaşir çöküntüsü ilə örtülmüş Yuri formasıya aiddi. Yay mövsümündə suyun əksər hissəsini verən Şahdağın şimal yamacı Samur çayını, həmçinin ətrafdakı bir çox kiçik çayları və bulaqları su ilə təmin edir”. Lindleyn ilk dəfə «Sollar» sözündən istifadə etməsi Bakı dumasında qızgın müzakirələrə səbəb oldu. O, bulaq suları ilə zəngin olan və su hövzəsi kimi müəyyənləşdirdiyi ərazini Sollar adlandırırdı. Sollar bulaq sularının nəhəng bir şəhəri su ilə təmin edə biləcəyinə az adam inanırdı. Lindley

opponentlərini öz seçiminin düzgünlüyünə inandırmaq məqsədilə Sollar rayonunda hidroloji ekspertiza aparılmasını təklif etdi. Lakin şəhər duması vəsait çatışmazlığını əsas gətirərək bu təklifi rədd etdi. Bu zaman Hacı Zeynalabdin Tağıyev lazımı işlərin görülməsi üçün öz təbirincə desək, "kasıb şəhər idarəsinə" 25000 rubl kredit təklif elədi. Hacınin bu təklifi Bakının gələcək su təminatında həlledici ol oynadı. Mühəndis Şoll Şahdağın ədəklərində yerləşən geniş Qusar yaylasının işlənməsi üçün yaradılan geoloji ekspedisiyasının rəisi təyin olundu. Lindley isə atası Vilyam Lindleyin dəfn mərasimində iştirak etmək üçün Bakını tərk edib, Londona qayıtmağa məcbur oldu. Xudatda qızdırma xəstəliyinə tutulan Şollun rəhbərlik etdiyi ekspedisiya ağır yüklü at arabaları ilə nəzərdə tutulmuş bölgəyə gələrək, işə başladı. Geodeziya və hidro- geoloji cihazların köməyiylə Şahdağ rayonunda və ona bitişik Qusar yaylasında kəşfiyyat işləri aparıldı. Hidroölçənlərin köməyi ilə ekspedisiya çaylarda, qış və yay aylarında gündəlik axan suyun miqdarını ölçür, suyun kimyəvi-bakterioloji analizini aparmaq üçün nümunələr götürürdü. Şollun hesabatından məlum oldu ki, dəniz kənarı boyunca içməli su quyuları, Xudatdan şimal-şərqə doğru isə, meşədə olduqca şəffaf, sərin bulaq suyu aşkar edilib. Bu bulaq öz mənbəyini Sollardan götürürdü. Su nümunələri, Tağıyevin qızlar gimnaziyasının zirzəmisində yaradılmış laboratoriyada kimyəvi- bakterioloji analiz olundu. Şollun ekspedisiyası suyun yeri, miqdarı və keyfiyyəti barədə Lindleyin verdiyi proqnozları təsdiq etdi. Lakin, Rus-Alman müharibəsinin başlanması şəhərin su təchizatı məsələsini ikinci plana atdı. Müharibədən sonra Rusiyada başlamış burjua-demokratik inqilabı isə Bakı su kəmərinin tikintisi məsələsinin həllini bir neçə il də ləngitdi. Bu zaman ser Vilyam Harleyn Lindley Amsterdamda, Hamburqda, Essendə, Xanadda, Lorzda, Peştdə, Praqada, Varşavada, Buxarestdə və Xorvatiyada su kəmərləri, su tutarlar, su-elektrik stansiyaları, kanallar, su- nasosstansiyalarının layihələşdirilməsi və inşası ilə məşğul idi. 1909-cu ilin mart ayında Tiflisdə Rusiya su kəmərləri işçilərinin 9-cu qurultayı keçirildi. Dəvət olunanlar arasında Lindley də vardı. O, qurultayda çıxış edərək, çay suyu ilə müqayisədə bulaq suyunun daha üstün olmasına qurultay iştirakçılarını inandırıb bildi. O, həmçinin Bakının su təchizatında məhz Şahdağdan, Sollar bulaqlarından istifadənin zəruriliyini qeyd etdi. Qurultay Bakı su kəmərinin Sollardan çəkilməsinin məqsəduyğunluğu barədə qərar qəbul etdi. Qurultay başa çatdıqdan sonra Lindley Bakıda duma nümayəndələri qarşısında da fransız dilində çıxış etdi. Duma nəhayət ki, Bakı-Şollar su kəmərinin çəkilişi barədə çoxdan gözlənilən qərarı qəbul etdi. Qərarla deyilirdi ki, Bakının və ətrafının yeni su kəmərinin müfəssəl layihələndirmə və inşa işlərinə ümumi rəhbərlik və nəzarət cənab baş mühəndis Vilyam Lindleyə tapşırılsın. 1909-cu ilin yayında Bakıda yenidən vəba epidemiyası baş qaldırdı. Bakıdakı 800 su quyusunda sanitariya vəziyyətinin dəhşətli olduğu qeydə alındı. Su təchizatı layihəsini tərtib edərkən, Lindley gün ərzində Bakıda su sərfinin artaraq 3,6,9 və 12 milyon vedrə olacağını və ilk növbədə Sollar ovalığından 3 milyon vedrə torpaq suyunun cəlb ediləcəyini nəzərdə tutmuşdu. 1910-cu ilin iyul ayından oktyabr ayına kimi Sollar -Bakı su kəməri üzrə son hesablamalar başa çatdırıldı. Bütün ölçmələr, hesablamalar və çertyoj işləri 1911 -ci il martın 1-də, kəmərin sahələr üzrə iş bölgüsü isə may ayında tamamlandı. Tikinti tenderində qalib gələn İngiltərənin «Qriffits» şirkəti Xaçmazda və Dəvəçidə beton boru istehsalı zavodu inşa etdilər. Ancaq tikinti işləri ləng getdiyinə, borular zay hesab edildiyinə görə 2 il yarım ərzində şirkət müqavilədə nəzərdə tutulmuş işlərin yalnız 16 faizinə əməl edə bilmişdi. Şəhər İdarəsi Qriffitslərlə müqaviləni pozaraq, inşaat işlərini öz üzərinə götürdü.

Baş mühəndis vəzifəsinin icrası isə su kəmərinin çəkilişinə nəzarət və rəhbərlik olunması üzrə Lindleyin etibarlı adamı olan Stefan Skşivana həvalə edildi. Bütün inşaat işləri ilə Bakı Şəhər İdarəsi nəzdində təsis edilmiş su kəmərinin inşası şöbəsi, həmçinin Şəhər dumasının deputatlarından yaradılmış su kəmərləri icraçı komissiyası məşğul olurdu. Hacı Zeynalabdin Tağıyev də komissiyanın tərkibinə daxil edilmişdi. Marşrut boyunca bölünmüş 9 iş sahəsinə Sollarda Nikolay Afanasyeviç, Xudatda Aleksey Aleksandroviç, Xaçmazda Boris Nikolayeviç Konrakov, Dəvəçidə Yakov Yefremoviç Kaseyev; Qızıl-Burunda Henrix Emilyeviç Stolt, Sumqayıtda Boleslav Mixayloviç Sikorski başçılıq edirdilər. Mühəndislərin

tabeliyində lazımı sayda köməkçilər, texniklər, dəftərxana-texniki-mühasibat işçiləri vardı. Mərkəzi Texniki Büroya, beş mühəndisə bütün raportları sistemləşdirmək məqsədilə tikintinin gedişinə dair həftəlik hesabat verilir. Sollar su kəmərinin inşası sözün həqiqi mənasında «XX əsrin tikintisi» idi. Şəhər rəhbərliyi Bakı su kəmərinin çəkilişi üçün 23 500 000 rubl məbləğində dövlət istiqraz vəərəqlərinin buraxılması üçün hökumət qarşısında vəsatət qaldı. 6 oktyabr 1909-cu il tarixində Çar 2-ci Nikolay məbləği 27 milyon rubla qədər artıraraq bu vəsatəti təmin etdi. Həmin vəsaitin 3,5 milyon rublu şəhərin ehtiyaclarına sərf edilməli idi. 1914-cü ilin yayında, tikinti işlərinin qızgın çağında müharibə elan olunması işlərə böyük ziyan vurdu. Çünki təcrübəli işçilərdən 44 mühəndis və texnik, eləcə də 200 nəfər daimi fəhlə müharibəyə çağırıldı. Tikinti üçün nəzərdə tutulmuş yüklərin -qum, sement, taxta, boru və s. daşınması xeyli çətinləşdi. Qafqaz cəbhəsində Almanıyanın müttəfiqi olan Osmanlı Türkiyəsi ilə gedən müharibə arxa cəbhədə-Vladıqafkaz və Zaqafqaziya dəmir yollarının işinə xüsusilə güclü təsir göstərmişdi. Türk-rus cəbhəsində dəmir yolu ilə çoxsaylı qoşun hissələri və hərbi yüklərin daşınmasına ehtiyac yaranmışdı. Cəbhədən gələn yaralı əsgərlər Bakının xəstəxanalarında yerləşdirilirdi. Yaralıların çoxu yatalaq və dizenteriya xəstəliklərinə -T' yoluxmuşdu. Tikintidə yayılan malyariya minlərlə adamın həyatına son qoymuşdu. Vəfat edənlər arasında Sollar inşaat sahəsində çalışan iş icraçısı Henrix Emilyeviç Stolt, onun arvadı və iki övladı da vardı. Qurbanların sayı o qədər çox idi ki, su kəməri komissiyası ölənlərin adları, həkk olunmuş xatirə lövhəsi ucaltmaq qərarına gəlmişdi. Lakin müharibədən sonra baş vermiş inqilab bu planın həyata keçməsinə mane oldu. Bağlanmış müqaviləyə sadıq olan ser Vilyam Lindleyin inadkarlığı və həvəsi sayəsində kəmərin inşası müharibəyə, epidemiyaya rəğmən davam etdirilirdi. Tikintidə ən yüksək keyfiyyət standartlarına əməl olunurdu. Görülən işlərin nəticəsidir ki, su kəməri bu gün fəaliyyət göstərməkdədir. Standartların və keyfiyyətin gözlənilməsinə Skşivin cavabdehlik daşıyırdı. Lindleyin Avropada gördüyü bütün işlər dayandırılmış, Onun Frankfurt-Mayndakı dəftərxanası bağlanmışdı. Ser Lindleyin özü isə ingilis olduğuna görə, artıq Almaniyada qala bilməzdi. Lindley İngiltərəyə, oradan isə Rusiyaya- Bakıya yollandı. Müharibə getməsinə baxmayaraq Su kəmərinin çəkilişi tam sürətlə davam edirdi. Belə bir əminlik yaranmışdı ki, tikinti başa çatdırılacaq. Ser Vilyam Lindley Bakıdan heç yana tərpənmir, tikintiyə şəxsən rəhbərlik edirdi.

O, zarafatla özünü bir işdən yapışıqdakı onu axıra çatdırmadan əl çəkməyən ingilis buldoqu adlandırırdı. Bakı Şəhər Duması deputatlarından ibarət Komissiya tez-tez tikinti meydançalarına baş çəkir, hazır obyektləri təhvil alırdı. 1917-ci il, yanvarın 22- də ser Vilyam, əlində saat, Sollar suyunun ilk şırnağının şəhərə gəlişini gözləyirdi. Və su düz müəyyən olunmuş vaxtda, 187 kilometrlik məsafəni 63 saata qət edərək Bakıya daxil oldu. Çənlərin dolması, yuyulması bir aydan artıq vaxt apardı və 1917-ci il, mart ayının 1-dən Bakı-Şollar su kəmərinin istismarına başlandı. Lindleyin layihəsi Sollar su kəmərinin 3-cü və 4-cü növbələrinin də tikintisini nəzərdə tuturdu. Bakı əhalisinin gələcək artımını nəzərə alaraq, su kəmərinin gücünün gün ərzində 3 milyondan 12 milyon vedrəyədək artırılması planlaşdırılmışdı. Bu layihə yalnız Sovet hakimiyyəti illərində reallaşdırıldı. Su kəmərinin gücü gün ərzində 28 milyon vedrə suyaədək artırıldı.

Cənab Lindleyin hədsiz xidmətləri müqabilində minnətdarlıq əlaməti olaraq, Duma ser Vilyam Harleyn Lindleyi Bakının fəxri vətəndaşı seçmiş, Birja küçəsinin adının dəyişdirilərək Lindley küçəsi adlandırılması barədə sərəncam vermişdi. Bakıda Sollar suyunun istismara verilməsindən 9 ay sonra ser Vilyam Harleyn Lindley Londonda ürək xəstəliyindən vəfat etdi.

Araşdırma materiallarına görə məşhur ərəb səyyahı və tarixçisi Yaqut Əl-Əməvinin ötən əsrin ortalarında Parisdə "Qədim əlyazmalar" adı altında nəşr olunan (müəllif P.K.Juze) "Azərbaycan haqqında məlumatlar" kitabında çox maraqlı bir xatırlatma var. (Qeyd edək ki, belə bir kitab əvvəllər də çap olunmuşdu. Lakin o kitab tam olmadığı üçün geniş təbliğ olunmadı. Kitabı ərəb dilindən akademik Z. Bünyadov rus dilinə 1963-cü ildə tərcümə edib).

Filosof Azərbaycan tarixində və coğrafiyasında paytaxt şəhər kimi tanınan Qəbələ, Naxçıvan, Bərdə, Lənkəran, Bakı, Qarabağ yaşayış məntəqələri, Gəncə, Şamaxı, Beyləqan...

və digər yerlər haqqında, yaşayış məntəqələri ilə bağlı çox ciddi açıqlamalar verir. Yaqut Əl-Əməvi yazır ki, Azərbaycan əraziləri “İlahidən seçilmiş ərazilərdir”. Məsələn, Dəryal dərəsinin (Qəbələ) şimal-qərbində, Seyid Əssar Madinin çiy kərpicdən tikilmiş evinin yanında qazılmış su quyuları Qəbələnin əsas kompaslarından olub, yaşayış məskənlərini zəlzələdən, güclü sel-su axınından, qasırğa və tufandan saxlayıb, nəsillərin “doğum və yaşama tarixi”ni (yəni genetikasını) qoruyub, saxlayıb. S.Ə.Maddini tədqiq edənlər göstərir ki, bu şəxsin özü kompaslı quyuların sərafi idi. O, göstərir ki, Azərbaycan ərazisində 260 quyunun suyu 7 min xəstəliyin dərmanı olub. S.Ə.Maddi həm də o kompaslı quyuların coğrafiyasını cızıb. Məlumatla görə “Kompas su quyuları və evlər” anlayışı bizim üçün uzun müddət yad olub. Belə bir qədim strateji düşüncənin olub-olmaması haqqında da heç bir məlumatımız olmayıb. Tarix və arxeologiya üzrə mütəxəssis, keçmiş İttifaqın kəşfiyyat elmində adı məxvi saxlanılan general S.Alekseyevin fikrincə bu məsələ Azərbaycan xalqının tarixində baş verən ən güclü sivilizasiyalardan biridir”. Generalın fikrincə ümumən Azərbaycanda iki yüz altmış maddi mədəniyyət abidəsi mövcud olub. Onların böyük bir qismi Naxçıvan, Şirvan və Muğan ərazisindədir. O evlərdə doğulanların hamısı Allahın seçilmiş bəndələri sayılıb. O, yazır: “...Onlardan biri olan Abbasabad qalası haqqında ölkənin (yəni keçmiş SSRİ-nin) MN-nə məxsus “Xalqların milli xəritəçilik informasiya” idarəsində məxvi qaydada saxlanılan 142 səhifəlik material var”.

Araşdırma materiallarına görə Azərbaycanın milli mədəni dəyərlərini özündə birləşdirən, lakin hələlik kifayət qədər (mənim fikrimcə) tədqiq olunmayan “Abbasabad Qalası” (Naxçıvan) və onun ətrafındakı adamların işlətdikləri kompaslı (xüsusi işarəli) su quyuları haqqında Amerika Birləşmiş Ştatlarının ayrı-ayrı strateji araşdırma mərkəzləri də maraqlı tədqiqatlar aparıblar. Həmin tədqiqatlardan birini ölkənin kəşfiyyat generalı Çarlz Perri aparırdı. O, 1941-ci ildən o, ABŞ-ın Aviasiya Korpusunda məxvi foto çəkilişlərinə nəzarət edirdi... 1944-cü ildə o, ABŞ HHQ-nin Avropa üzrə “Strateji planlaşdırma” şöbəsinə başçılıq edir. Məlumatla görə 1941-ci ilin sonlarında ABŞ MN-nin (Pentaqonun) binasının layihəsi də ona məxsusdur. General 1943-cü ilin yanvarında Pentaqon binasının açılışında etiraf edir ki, ABŞ MN-nin yeni binasının – Pentaqonun layihəsi onun laboratoriyasında məxvi qaydalarla çəkilərək yazılmış 1500 şəklin içərisindən seçilərək, Ağ Evə təqdim edilib. “...Pentaqon Sovet İttifaqındakı (Azərbaycan ərazisi) Abbasabad Qalasının eyni olaraq, qalır. Biz 1938-ci ildən o yerlə bağlı tədqiqat aparırıq...”

Məlumatla görə general Çarlz Perri 1953-cü ildə ABŞ Prezidenti Eyzenhaurun təklifi ilə Mərkəzi Kəşfiyyat İdarəsinin Direktorunun 1962-ci ilədək Birinci Müavini olub. İki dəfə Abbasabad Qalasını ziyarət edib. (Bax: RF. MN-nin arxivi. Cənub bölməsi. 193-cü qovluq. Polkovnik N.Belovun hazırladığı materiallar.)

Naxçıvan Mədəniyyət Nazirliyinin qeydiyyatına Mədəniyyət abidəsi kimi düşən Abbasabad Qalası haqqında qədim əlyazmalarda 200-dən artıq rəvayət var. Nə qədər maraqlı da olsa, 1812-ci ildə B.Napoleon bu qala ilə bağlı “Xüsusi tədqiqat” istəyib... Fransız tədqiqatçısı Anri Joze yazır ki, Napoleon Azərbaycanın insanı cavan saxlayan, onu xəstəliklərdən qoruyan, onun bədənini gücləndirən Təbabət quyuları və onların yanındakı kompaslı evlərlə çox maraqlanırdı...

Təhlillərə görə Azərbaycana edilən qədim istilacı, yürüş və basqınların kötüyündə də məhz Azərbaycandakı “Kompas cu quyuları və evlər” olub. Məsələn, Qəbələdə, Bərdədə, Naxçıvanda, Şamaxıda... Muğan düzündə bu məsələ öz fəlsəfi məzmunu, məntiqi nəticələrinə və mifoloji təhlillərinə görə həmişə diqqətdə olub. Məlumatla görə Muğan düzündə (Biləsuvar yaşayış məntəqəsində) Şəhriyar abidələr kompleksi ərəb istilacılarının böyük marağında olub və nəticədə ərəblər həmin kompleksləri olduğu kimi köçürərək, özləri ilə aparıblar. Məsələn Rusiyada knyaz Vladimir taxt-tacında XII-əsrədən XIV əsrədək şir heykəlləri güc, məğlubedilməzlik, ağıl və tədbirlilik rəmzi kimi verilirdi. Şir heykəllər uzun müddət Azərbaycanda güc rəmzinə işarə edilib və XI əsrin əvvəllərində “Safliq qardaşları” cəmiyyəti tərəfindən rusiyaya hədiyyə edilib. Arxeoloq-kəşfiyyat generalı Simon Valteroviç Alekseev

(ola bilsin bu onun həqiqi adı olmasın) qeyd edir ki, bütün bunlara görə Azərbaycan həmişə diqqət mərkəzində olub. Məsələn, başdan-başa Muğandan köçürülmüş “Kompas abidələr” hesabına Məkkə tikilib... Sonradan bu abidələrə əlavələr edilib... simmetriyalar pozulub, “Kompaslıq fəaliyyət” bir müddətdən sonra itib. Professor S.Alekseev yazır: “Muğandan aparılan “Kompas evlərin və onların yanında tikilən təbəbət quyularının cuları və quyu kərpiclərinin” cizgiləri əsasında tikilən Məkkə eynilə Muğandakı şəhərlər kimi ərazini dörd bərabər hissəyə bölür...” Amma bütün bunlar araşdırılmayıb, öyrənilməyib... halbuki bu “Kompas evlər”in hər biri yerləşəcəyi əraziyə görə tikilib. Məsələn Dərbəndin, Naxçıvanın belə evləri sal daşlardan tikilirdisə, Qəbələdə belə evlər qarışıq məhsullardan hazırlanırdı. Bütün bunlarda da çox ciddi və məntiqli nəticələr var. Yenə professor Alekseev yazırdı ki, ərəblər həmin “Kompas evlər”in cizgiləri ilə yanaşı, özləri ilə atların, dəvələrin, ulaqların... öküz və at arabalarının yedəyində mindən çox kisə və su tuluqlarında Naxçıvanın, Muğanın torpağını, dərman sularını daşıdılar. Məkkə, Mədinə və digər dini məkanlarda salınan “Kompas evlər”in çoxunda Qəbələ, Şamaxı və Naxçıvan torpağının nişanələri var. Yenə qarşıda belə bir sual var: Səbəb?...

Generalın Sovet İttifaqı Baş Kəşfiyyat İdarəsinin arxivlərində saxlanılan “Sultan şəhərlər” adlı qeydlər dəftərində buna aydınlıq gətirilir. O yazır: “... Bizə hər şey məlum idi... Məsələn Azərbaycanın Naxçıvan yaşayış məntəqəsində tikilən “Kompas evlər” yerli sakinlərin rahatlıqlarını təmin edirdi. Evlərin sakinləri arasında heç vaxt ziddiyyət və dava-dalaş olmazdı. Həmin evlərin ətrafında qoşa su quyuları isə əhalini əməlli başlıca müalicə edirdi. Məsələn Hacı Qasımın “Tikanlı quyusu” ətrafdakı 140 ailənin həm dava-dərmanı idi, həm də onların içməli su problemini həll edirdi. Evlərin quruluşuna görə otaqlara daxil olan hava axını insanlar arasında psixoloji duruma tam nəzarət edirdi. Şimal və şərqdən daxil olan hava axını xüsusən hamilə qadınlara, ürək, beyin, vərəmə tutulmuş xəstələrə, eləcə də digər on beş çətin sağalan xəstəliyə tutulmuş insanlara əsil mənada dayaq idi... Səbəb bu idi ki, tikilən evlərin sirləri artıq məlum olurdu. Doğulan uşaqlar sağlam, ağıllı və iri sümüklü, hündür boylu, gözəl simalı olurdular. Onlar hamıdan fərqlənirdilər, “Kompas evlər” və onların ətrafındakı su quyuları ulduzlarla, ay və günəşlə tam mənada təmasda olan evlər idi. O evlər və su quyuları həm də ərazilərin qoruyucusu idi...”

O da məlum idi ki, hər evin özünəməxsus görüntüsü və ölçüsü var idi. “Kompas evlər” küləyin sürətinə, yağışın miqdarın, günəşin hərəkətinə, ulduzların düzülüşünə və ayın buludlarla təmasda olmasına (?) uyğun tikilmişdir və onların iki-üç mürtliyində qazılmış suyu dərman olan quyular yaşayış məntəqələrinin suya olan tələbatını tam ödəyirdi. Şamaxı quyularının bir çoxunun dərman suları başqa ölkələrə satılırdı. Məsələn Şamaxının ticarət yolu üstündəki 16 dükanın hər birinin su müştərisi var idi.

General, arxeoloq-professor S.Alekseev 1947-ci ildə Kəşfiyyat idarəsinə yazdığı “Məxvi Arayış”larda qeyd edir ki, “kompas evlər” Kremlin strateji söhbətlərinin həmişə əsas mövzusu olub. Naxçıvanın Şərur, Ordubad, Culfa, Qıvraq ərazilərindəki “Kompas evlər” müharibə vaxtı Hitler Almaniyasının hərbi kəşfiyyatının da diqqət mərkəzində olub. Moskva “kosmos tədqiqatları”nda Ordubad və Culfadakı “Kompaslı quyu və evlər”dən istifadə edib.

Azərbaycanda mövcud olan “Kompas evlər” tarixi, yaranışı, ustaları yəni memarları haqqında elə bir tədqiqat işi aparılmayıb və qeyd edim ki, heç, elə bir təşəbbüs də olmayıb. Arxeoloq, professor, kəşfiyyat generalı S.Alekse-yeviçin məxvi araşdırmalarındakı məlumatlarından sonra, özümüzün də bu ciddi mövzuya baxışlarımız olub. Məsələn Qədriyyəli Bəyim Mirzənin, memar Yəhya ibn Məhəmmədin, Əhməd ibn Əl-Hafiz Naxçıvanının bu istiqamətdə XII-XIII əsrlərdə güclü məntiqi düşüncələri, xüsusi məktəbləri olub. Lakin əlimizdə elə ciddi bir məlumat yoxdur. Və yaxud general S.Alekseevdən fərqli olaraq, onun nişan verdiyi “Kompas evlər”in və dərman su quyularının böyük bir qismi, məzar və türbələr... qala və istehkamlar kimi təhlil edilib. Vaxtilə dağıdılmış, viran edilmiş “Kompas evlər”in və su quyularının bir qisminin rəsmləri xüsusi rəssamlar tərəfindən qalaların divarlarına köçürülüb. Eləcə də bu qiymətli ideyalar çəkilmiş miniatürlərdə qorunub,

saxlanılıb. Məsələn XV əsrdə on iki məşhur Şərq şairinin əsərlərinin toplusu olan “Şamaxı-Təbriz məcmuəsi”nin miniatürləri sırasında “Kompas evlər” və dərman su quyuları. Arxeoloq maraqlı bir sual verir: “Doğrudanmı meylərə doldurulan şərabdır? Bəlkə insana güc verən, onun həyat eşqini artıran dərman sularıdır?”. London, Paris muzeylərində saxlanılan və bu gün də tədqiqat obyektinə çevrilmiş “Kompas evlər və su quyuları”nın əksi olan miniatürlərin müəllifi 1468-ci ildə memar və xəttat olan Hüseyn Sultani olub. Bakılı quyuqazan, memar-rəssam Əbdülbaqi Bakuvinin yaratdığı layihələr İstanbulda, Hindistanda, Norveç və İsveç, Vatikan muzeylərində saxlanılır. Həmçinin araşdırma materiallarında göstərilir ki, (bunun haqqında arxeoloq, general S.Alekseevin də “Məxvi araşdırmalar”ında qeyd olunur) Şirvanşah Şeyx İbrahimin vaxtında yaşamış və xüsusən Qəbələ və Naxçıvan yaşayış məntəqələrində - Həzrə (Qəbələ) kəndində tarixi əsərlər yaradan Həzrəti Şeyx Mənsurun oğlu Mövlanə Bəkir, davamçılarından Şeyx Bədrəddin ibn Şeyx Şəmsəddin (vəfatı 850/1447), Şeyx Məhəmməd ibn Barikin (vəfatı 970/1562-1563) əsərlərində, yəni qurduqları evlərdə və qazılmış quyularda hələ tariximizə məlum olmayan sirlər var. Şübhəsiz, hər bir içməli su quyusu qazılarkən göydəki ulduzların düzülüşü, ayın işıq seli, günəşin həmin əraziyə saldıdığı hərarət yüz ölçülüb bir biçilirdi.

Qədim şəhərlərdəki içməli su quyularının quruluşunu və ümumən o dövrdə Azərbaycanın içməli suya tələbatını öyrənmək maraqlıdır. Muğan düzündə, indiki Biləsuvar rayonunda yerləşən Şəhriyar abidələr kompleksi və Naxçıvanın mərkəzindən altı kilometr Cənub-Şərqdə, Araz çayının sahilində 1809-1810 ilin ən ciddi tikilisi olan Abbasabad qalası daha səciyyəvidir. Hər iki ərazidə 12 iri su quyusu olub. İndi isə onlardan əsər-əlamət yoxdur. 36 hektar ərazini əhatə edən şəhərin qala divarları kvadrat planda tikilmiş, hər divarın orta hissəsində darvaza olmuşdur. Məlumatla görə darvazaların üstündəki işarələr gecədən səhər namazınadək yanardı. Göy cisimləri ilə təmasda olan bu qala divarları əsl möcüzələr göstərirdi. Məsələn, qala divarlarından qalxan şüa və yaxud istilik qaladan təqribən iyirmi kilometr məsafədə yaşayan ailələr üçün əsl həyat mənbəyinə çevrilmişdi. Rus tarixçisi, filosof O. Olvetski yazır ki, qala darvazalarından qalxan güclü istilik ətrafda yaşayan insanları, təbiəti demək olar ki, yenidən dirildirdi. Yanmış ağaclar belə, çiçək açırdı. Qalanın içindəki rəngi göy rəngə çalan, heyva ətrli quyu sularının təsirindən ən güclü öldürücü xəstəliklərin virusları iflic olurdu, inkişafdan dayanırdı. General-tarixçi S.Alekseev isə Siyasi Büroya ünvanladığı araşdırma materiallarında göstərir ki, Abbasabad Qalası bütövlükdə Naxçıvanla göydən gələn bələlər arasında ən ciddi “İlahi sipər” idi. O qalanın yerləşdiyi ərazinin cizgiləri İslam Peyğəmbəri Məhəmmədin (s.ə.) mindiyi dəvənin sağ tərəfində əks olunub. Daha sonra hərbi tədqiqatçı S.Alekseev bunu da qeyd edir ki, Abbasabad Qalasının ilk cizgiləri 1798-ci ilin baharında Sankt-Peterburqda vəfat edən memar Hüseynxan Naxçıvanının dəftərində görünüb. Azərbaycanlı memar isə bu cizgiləri, yəni abbasabad cizgilərini ay səthindəki görüntüdən əldə edib. Hansı ki, biz bu günə kimi həmin görüntünü “Ay ləkəsi” kimi qəbul edirik. Memar Hüseynxan Naxçıvanıya gəlcə o, 1796-cı ildən Rus çarı I Pavelin yanında xidmətdə olub. Lakin, başqa tədqiqatlarda qeyd olunur ki, Abbasabad Qalasını 1809-1810-cu illərdə fransız memarları tikib. General S.Alekseev yazır ki, fransız memarı Henrix qardaşları tərəfindən tikilən bu qalanın divarlarında “Hüseynxan Naxçıvanıdan götürdük” lövhəsi də diqqət çəkirdi. Lakin, bizə verilən xüsusi göstəriş əsasında biz bu lövhəni götürdük, lazım bilmədiklər...

Abbasabad Qalası İran ordusunun Cənubi Qafqazda mühüm dayaq məntəqələrindən biri olub. Bu qalanın altı su quyusu bütöv ordunu içməli su ilə təmin edib və epidemiyadan saxlayıb. Azərbaycanın cənubuna gedən yolun təhlükəsizliyi üçün mühüm əhəmiyyət kəsb edirdi. İkinci Rusiya-İran müharibəsi zamanı (1826-28) Abbasabad Qalasında vuruşmalar olmuşdur. Qalanı 4000 sərbaz və 500 atlı müdafiə edirdi. Qalanın baş mühafizi İran ordusuna komandanlıq etmiş Abbas Mirzənin kürəkəni Məhəmməd Emin xan idi. Ehsan xan Kəngərli də qalanın mühafizi olmuşdur. Araz su qovşağı tikilərkən (1967-71) qala naməlum səbəblərdən su altında qalmışdır. Nəticədə Arazqırağı beş kəndin yeraltı su hövzəsi bir günün

ərzində qurumuş və yaxud çəkilib getmişdir. Məlumatə görə kəndlərdən dördündə içməli su problemə çevrildiyindən əhali şəhərə və qonşu yaşayış məntəqələrinə üz tutmuşdular.

Tədqiqata görə Mil Govurarxı üstündə yerləşən Beyləqan şəhəri də (indiki Beyləqan rayonu) “Kompaslı ev və su quyuları” planında tikilmişdir.

Araşdırma materiallarına görə Kreml də Azərbaycan ərazisindəki, dünyada analoqu olmayan “Kompas evləri, milli-mədəni abidələrimiz kimi tarixə düşən su quyularını, qalaları, dönüm-döngələri, küçə və əraziləri” gözündən buraxmırdı. Həmin yurd yerlərini dağıtmaq, məhv etmək, tariximizin “Şehirli sipəri”ni bir dəfəlik sıradan çıxarmaq üçün çalışırdı. Baxın, bütün bunlara görə, 1973-cü ildən 1980-ci ilədək keçmiş İttifaqın Mədəniyyət Nazirliyindən 35 dəfə Azərbaycana xüsusi yoxlama briqadası gəlir. Ümumən Azərbaycana 1988-ci ilədək gələn yoxlama briqadaları əllərində tutduqları “Məxvi xəritələrlə” Naxçıvanı, Ordubadı, Lənkəranı, Beyləqanı, Astaranı, Qarabağ yurdlarını, Şirvanı, Muğanı, Mili... gəzib-dolaşır, qeydlər edirdilər. Məlumatə görə 1975-ci ilin aprelin 5-dən mayın 26-dək Naxçıvanda olan Moskva qrupu “Məxvi xəritəyə” əsasən ərazidən 29 müxtəlif Sinə daşı, Dibək daşı, Zəyərek daşı, Şir fiquru, Qoç fiquru... olan daşları yığıb götürdülər. Bütün bu proqrama başçılıq edən rusiyalı etnoqraf və Hərbi Sənaye Komplekslərinin birində çalışan professor Qriqori Eyzen idi. O, 1979-cu ildəki yekun qeydlərini yazırdı: “... Bizim Azərbaycandan apardığımız daşlar adı məsələ deyildi. Bu daşları tədqiq edə-edə, orada yazılan yazılarla Sovet İttifaqının xüsusi xidmət orqanlarında Azərbaycanın yaşayış məntəqələrilə bağlı Texnoloji sənədlər, Strateji Proqramlar hazırlanırdı... Maraqlı bu idi ki, Azərbaycanda Şir, Qoç... fiqurlarını oxuyub, tədqiq edən yox idi. Bunun isə həm siyasi, həm məntiqi və strateji mənası var idi...” Sonra professor Q.Eyzen etiraf edir: “...1979-cü ilin ortalarında Moskva Azərbaycana qarşı tarixi, mədəni, milli sərvətin dağıdılması planından əl çəkdi. Çünki Bakıda hakimiyyət dəyişmişdi.”

Məlumatə görə məhz bundan sonra Azərbaycanda su hövzələrini, xüsusən “təbabət quyuları” kimi tarixə düşən su quyularını və kəhrizləri araşdıran professor “Semyon Nikifirov alimlər qrupu” işlərini yarımçıq buraxıb, ərazidən çıxarıldı. Lakin bütün bunlar zişansız ötüşmədi. Məsələn professor Q.Eyzen yazır ki, Nikifirov qrupundakı alimlər gedərkən, məsələn, Kəngərli rayonundakı Babatəpəni viran qoydular. Yurdçu kəndi dağıdıldı. On bir içməli su quyusu və beş kəhriz basdırıldı. Göstəriş belə idi... Professor yazırdı: “...Xüsusən Kreml Naxçıvan Mədəniyyət Nazirliyi ilə bağlı söhbətlərdə çox ehtiyatlı davranırdı. Bundan sonra SSRİ Mədəniyyət Nazirliyində Azərbaycanla (şübhəsiz Naxçıvanla) bağlı olan 17 erməni mütəxəssisi yerlərini dəyişməli oldular. Lakin ölkənin xüsusi xidmət orqanlarında bu məsələ açıq qaldı...”

Araşdırmalarımıza görə xüsusən Naxçıvan ərazisindəki qalaların tikintisində istifadə olunmuş “təbabət quyuları”nın suları ilə kəsilmiş çiy kərpiclər (bizə adi və qəribə görünsə də) İttifaqın Müdafiə Sənayesində istifadə edilmiş, bunlarda rus alimləri 22 elmi əsər yazmışlar. Alim daha sonra qeyd edir: “...Həmin ərazilərdən götürülən torpaqlar, sular qala divarlarına hörülmüş çiy kərpiclər ovularaq toz halına salınır, ağır silahların, mərmilərin... qablaşdırılmasında istifadə olunur. Şəhərin girəcəyindəki quyu suyu ilə (ona “Ağ su” deyirdilər) silahları silərdilər ki, həmin silahlar paslanmasın... Çünki bu torpaq ovuntularında korroziyaya qarşı güclü meyl var və həm də şüalanmanı götürür...”

Ordubad rayonunda, Biləv kəndi yaxınlığında, Gilançayın sağ sahilində, II-XIV əsrə aid arxeoloji abidə. Rəvayətə görə xalq qəhrəmanı Babək bu qalaya sığındığından onun adı ilə adlandırılmışdır. Yaxınlığında orta əsrlərə aid ikişırımlı körpü var. Bu bölgədən Əlinəcəqalaya gedən yolun üstündə yerləşən Babək qalası strateji baxımdan əlverişli mövqedə, uca zirvədə tikilmişdir. Xüsusi memarlıq xüsusiyyətlərinə malik qala yonulmuş daşdan inşa edilmişdir. Onun daxilində dairəvi və dördkünc bina qalıqları var. Müxtəlif həcmli qaya parçalarından inşa edilmiş binalar bir-birinə bitişik tikilmişdir. Babək qalasında dörd su quyusu qazılmışdı. Ərdəbilli Sərdaroğlu quyuları həm qoşunu təmin edirdi, həm də həmin sular şəfa mənbəyi kimi dururdu. Quyuları memar Sərdaroğlu ulduzlarla təmasda gecə, tonqal işığında qazmışdı. Babək qalası təbii strateji mövqeyinə, memarlıq və tikinti xüsusiyyətlərinə,

arxeoloji materiallarına görə Şərur rayonu ərazisində Qalacıq, Qız qalası, Böyükqala, Kiçikqala, Gilançay vadisindəki və s. orta əsr istehkam abidələri ilə yaxın analogiya təşkil edir. Qala Cənubi Azərbaycan – Xudafərin – Gilan – Naxçıvan – Sünik – Qarabağ karvan yolu üzərində mühüm nəzarət məntəqəsi idi. Bütün karvan içməli suyu bu qalanın quyularından götürürdü. Xəstələr karvandan ayrılıb müalicə üçün su quyularının kənarında alaçıqlar qururdu.

Məlumata görə Ermənistan Dövlət təhlükəsizliyi Komitəsinin yüksək rütbəli zabitlərinin (general N. Melkumyan, polkovnik O. Çaparyan) imzası ilə ölkənin Elmlər Akademiyasına məktub yazılır ki, (1984-cü il, 16 avqust) Naxçıvan ərazisindəki mədəniyyət abidələri ilə bağlı beynəlxalq simpozium keçirilsin. Məqsəd sənət əsərlərimizin erməniləşdirilməsi idi. Lakin bu simpozium Moskvanın ciddi xəbərdarlığı ilə dayandırılır. Amma təəssüflər olsun ki, düşmən məkrindən əl çəkmir. Bu günün özündə də Naxçıvanda (Ordubad rayonu ərazisi) Babək qalasının rəsmləri, foto surətləri dünyadakı erməni diaspor təşkilatlarında, eləcə də Ermənistanın Prezident Aparatının, Xarici İşlər Nazirliyinin, Müdafiə Nazirliyinin... foyesində erməni abidəsi kimi asılıb. Lakin Naxçıvan Mədəniyyət Nazirliyinin rəhbərliyi düşmənin mənəvi dəyərlərimizə etdiyi psixoloji hücumla cavab verdi. Nəticədə ermənilərin Babək qalası ilə bağlı hazırladıqları (rəssam O.Alaverdiyana) poçt markaları Beynəlxalq rabitə sistemindən çıxarıldı. Həmin vaxt Türkiyədə nəşr olunan “İmanak” qəzeti öz həmvətənlərini tənqid edib göstərdi ki, etiraf edin ki, “...Naxçıvan Mədəniyyət Nazirliyi sizə qalib gəldi...”

#### **Ədəbiyyat siyahısı**

1. «Нужда в воде в Восточном Закавказье» («Каспий» (№114), 2 июня 1899г. (116), 4 июня 1899г.)
2. «Безводье» («Каспий» (135), 27 июня 1899г.)
3. «К сельскохозяйственному кризису» («Каспий» (№210), 30 сентября 1899г.)
4. «Артезианские колодцы» («Каспий» (№60) 1900г.)
5. «По поводу водворения переселенцев на Муганлы» («Каспий» (№276), 22 декабря 1899г.)
6. «Водное дело в городе Баку» («Каспий» (№147, 149, 150), 1900г.)
7. «К водной эпопее» («Каспий» (№70), 28 марта 1901г.)
8. «К развязке водной эпопее» («Каспий» (№102), 1901г.)
9. «К вопросу об устройстве гор. Шемаха» («Каспий» (№77), 5 апреля 1902г.)
10. «К водной эпопее» («Каспий» (№100), 8 мая 1902г.)
11. «К вопросу о поливке улиц и разведение садов в гор. Баку» («Каспий» (№161), 26 июля, (№162), 27 июля 1902г.)
12. «К нуждам Восточного Закавказья» («Каспий» (№15), 1903г.)
13. «Городские дела» («Каспий» (№41, 44, 48), 1903г.)
14. И.П.Петрушевский. Азербайджан в XVI-XVII вв. Баку, 1958. (I том)
15. Б.Н.Заходера. «Трактат о каллиграфиях и художниках». Москва, 1947.

#### **ЛЕЧЕБНЫЕ КОЛОДЦЫ АЗЕРБАЙДЖАНА «КОМПАСНЫЕ ДОМА» (неизученные страницы истории)**

**Велизаде Р.Н.**

*НАНА, Институт юриспруденции и прав человека, Баку, yagubovatarana@gmail.com*

#### **РЕЗЮМЕ**

Водная дипломатия имела стратегическое значение в становлении, формировании и развитии азербайджанской государственности, поддержании исторически традиционных и духовно-нравственных ценностей нации.

Статья содержит научно-исследовательские факты, подтверждающие полезные и целебные свойства питьевой воды.



**WATER WELLS TO CURE DISEASE, "COMPASS HOUSES"**  
**(unlearned pages of our history)**

**Velizade R.N.**

*ANAS, Institute of Law and Human Right, Baku, yagubovatarana@gmail.com*

***SUMMARY***

Water Diplomacy had strategic importance in the formation and development of Azerbaijani statehood, protecting historically traditional, spiritual, and moral values of the nation.

The article contains research evidences to prove the useful and beneficial properties of drinking water.

## ENERJİ EFEKTİVLİ ELEKTROTEKNOLOGİYALARIN SU MÜHİTLƏRİNİN TƏMİZLƏNMƏSİ TEXNOLOJİ PROSESLƏRİNDƏ ROLU

<sup>1</sup>**Qurbanov E.C.,** <sup>2</sup>**Yusifov F.F.**

<sup>1</sup>*“Azərsu” ASC, Moskva prospekti 67, Bakı, AZ 1012, Azərbaycan,  
KurbanovEJ\_mpei@mail.ru*

<sup>2</sup>*“Azərsu” ASC Moskva prospekti 67, Bakı, AZ 1012, Azərbaycan,  
fuad\_yusifov@mail.ru*

Təqdim olunan məqalə 1917-ci ildə istismara verilən və bu günə kimi dayanıqlı su təchizatını təmin edən, unikal konstruksiyalı “Şollar-Bakı” su kəmərinin 100-illik Yubileyinə həsr edilmişdir.

Son onilliklərdə xalq təsərrüfatının müxtəlif sahələrində tətbiq oluna bilən enerji effektivli texnologiyaların işlənilməsi və inkişafına böyük diqqət yetirilməkdədir. Hal-hazırda tədqiq obyektlərinə müsbət təsir edən və qısa müddətdə (mikro və nanosaniyə) yüksək sürətli proseslərin inkişafını təmin edən yüksək tezlikli elektroteknologiyalara keçid müşahidə olunmaqdadır. Eyni zamanda, bu texnologiyalar planetimizin ekoloji tarazlığını və gələcəkdə toksik tullantılardan qorunmasını təmin edəcək yaşıl texnologiyalar silsiləsindəndir. Bu kontekstdə, müəllifin müxtəlif tədqiq obyektlərinin elektrofiziki xüsusiyyətlərinin yaxşılaşdırılması, mürəkkəb struktur və materialların ekoloji cəhətdən təmiz, aşağı temperaturlu elektrik qaz boşalmaları üsulları ilə elektron emalına həsr olunan məqalələri qeyd etmək olar [1-4]. Yüksək gərginlikli enerji effektivli elektroteknologiyalara keçid impuls energetikasının inkişafı, ayrı ayrılıqda onun komponentlərinin təkmilləşdirilməsinə təkan verəcəkdir. Qısa müddətli yüksək gərginlikli impulsların formalaşmasını təmin edən cihazların işlənilməsi, onların müxtəlif sahələrdə istifadəsi gələcəkdə yüksək tezlikli yaşıl texnologiyaların inkişafı və emal obyektlərinə enerji effektivli üsulla təsirini təmin edəcəkdir. Bu istiqamətdə, atmosferə buraxılan toksik qaz tullantıları, içməli və tullantı sularının üzvi və qeyri üzvi birləşmələrdən təmizlənməsi, qıda məhsullarının patogen mikroorqanizmlərdən zərərsizləşdirilməsi və digər həyatı vacib sahələri (haradaki bu elektroteknologiyaların tətbiqi mümkündür) qeyd etmək olar [5-11].

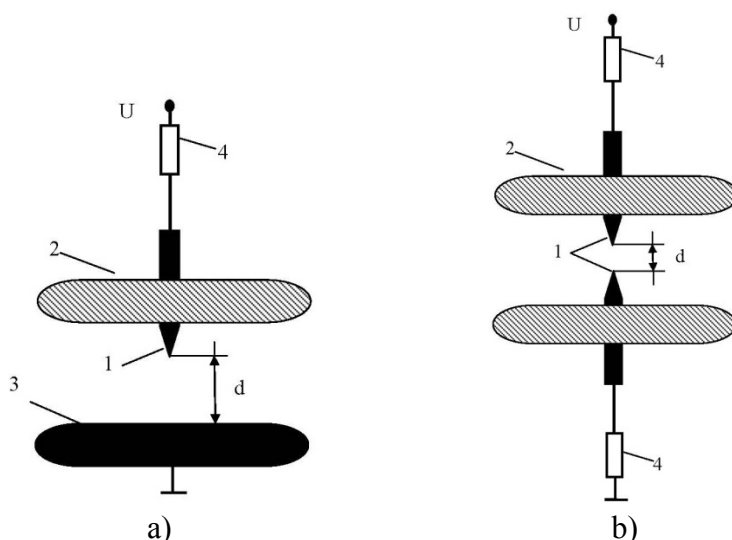
Təqdim olunan məqalədə planetin ekoloji tarazlığın pozulması, iqlim dəyişmələri və digər antropogen faktorların fonunda müxtəlif proseslərdə (içməli və tullantı suların patogen mikroorqanizmlərdən zərərsizləşdirilməsi və s.) ekoloji cəhətdən təmiz texnologiyaların tətbiqi istiqamətində elektroimpuls qurğuların və fərdi elementlərinin işlənilməsi, onların enerji effektivli is rejimlərinin optimallaşdırılması məsələlərinə baxılmışdır. Yüksək gərginlikli elektroimpuls qurğularının əsas komponentlərindən biri enerji mənbəyi – impuls gərginliklərin generatoru sayılmaqdadır. Onun elektrik parametrlərindən asılı olaraq çıxışda müxtəlif amplitudlu, frontlu və təkrarlanma tezliyinə malik impuls siqnailləri formalaşmaqdadır. Eyni zamanda, generatorun yüksək gərginlikli hissəsində gərginləşdirici qaz boşaldırıcılardan istifadə etməklə çıxışında qısa frontlu impulsların generasiyasına nail olmaq mümkündür [12-14].

Tədqiq obyektləri qismində sıx hava aralıqlarında nanosaniyəli qaz boşalması, su mühitlərində qığılıcı qaz boşalması, mikroorqanizmlər (E-koli tipli bağırsaq çöpləri, koliform və termotolerant bakteriyalar) seçilmişdir.

Tərəfimizdən kapasitif elementlər əsasında 100 kV-luq yüksək gərginlikli impuls generatoru yığılmışdır. Generatorun parametrlərin variasiyası ilə (doldurucu tutum, gərginliyin amplitudu, qaz boşalmalarının sayı) tədqiq obyektlərinə optimal təsir rejimləri müəyyən edilmişdir. İmpuls generatoru kiçik induktivli xəttlər, KVI-3 tipli,  $66 \text{ pF} \div 2 \text{ mF}$  tutumlu impuls kondensatorları və TVO tipli,  $10^2 \div 10^3 \text{ Ohm}$  müqavimətli rezistorlar əsasında yığılmışdır. Yüksək gərginlikli elektroimpuls qurğusunun enerji effektivliyinin artırılması məqsədilə generatorun çıxışında yüksək təzyiqli gərginləşdiricilərdən istifadə edilmişdir.

Onun konstruktiv parametrlərinin təkmilləşdirilməsi üçün mütəmadi qaydada tədqiqat işləri aparılmalıdır. Bu istiqamətdə sıx hava aralıqlarında xüsusi konstruksiyadan ibarət (dielektrik başlıqlardan istifadə etməklə) “mil-müstəvi” elektrod sistemlərində nanosaniyəli qaz boşalmalarının xüsusiyyətləri öyrənilmişdir. Alınan nəticələr əsasında, generatorun çıxışında çoxaralılıq paralel elektrod sistemli, qısa kommutasiyalı və formalaşan impulsun frontunun vaxt diapazonuna təsadüf edən gərginləşdiricinin konstruksiyası işlənilmişdir. Beləliklə, generatorun yükündə (işçi kamera, tədqiq obyekt) bir neçə nanosaniyə frontlu impulsun generasiyası mümkün olmuşdur. Potensial elektrodun (PE) konstruksiyasında  $L=1-5$  mm civarında hərəkət edən fluoroplastik və farfor başlıqlardan istifadə olunmuşdur. Müəyyən edilmişdir ki, mövcud konstruksiyalı kommutasiya qurğularında sıx hava aralığında yüklərin fokuslanması, həcmi qaz boşalmasının formalaşması, qaz boşalma sahəsinin genişlənməsi (hətta havanın yüksək nəmliyi şəraitində), kiçik gecikmə vaxtı və impulsların yüksək təkrarlanma tezliyi təmin olunur [12].

Tərəfimizdən kiçik kommutasiya müddətli gərginləşdiricinin konstruksiyası işlənilmişdir. Onun çıxışında nanosaniyəli impuls signalı formalaşaraq tədqiq obyektinə (işçi kamera, su mühiti) ötürülür və obyektə təsir edir. İşçi kamerada “mil-müstəvi” (a) və “mil-mil” (b) tipli elektrod sistemlərindən istifadə edilmişdir (şək. 1).



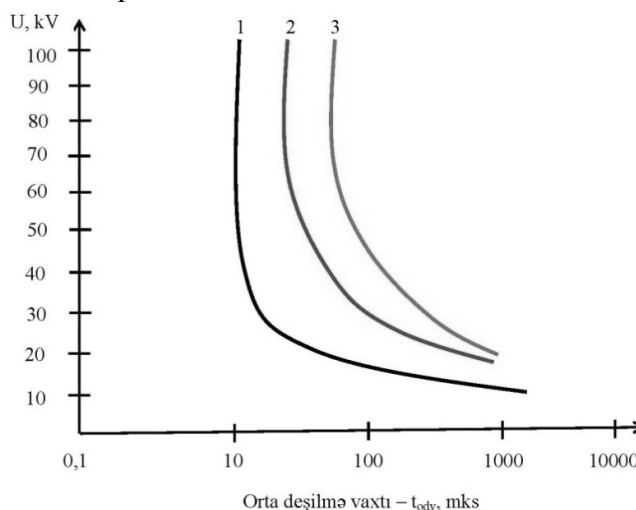
Şək. 1. Qısa müddətli qaz boşalmalarını təmin edən elektrod sistemlərinin konstruksiyaları:

1 – “mil” tipli metal elektrodlar; 2 – fluoroplastik başlıqlar; 3 – “müstəvi” tipli metal elektrodu; 4 – məhdudlaşdırıcı müqavimətlər; d – elektrodlararası məsafə

Konstruksiyada “mil” tipli potensial elektrod (PE) su mühitindən fluoroplastik başlığı vasitəsilə izolyasiya olunmuşdur. PE-nin ətrafında yüksək qeyri-bircins elektrik sahəsinin yaradılması məqsədilə onun yalnız “mil” hissəsi (ucu) su ilə təmasda olmuşdur. Mövcud elektrod konstruksiyada, müxtəlif elektrodlararası məsafə və qısa müddətli (mks, ns) impuls gərginliyinin qütblülüyündə su mühitinin qızma və elektrik deşilməsi, qaz boşalmasının xüsusiyyətləri (deşilmə vaxtı, yüksək keçiricikli lider kanallarının hərəkət sürəti) və yüksək sürətli proseslər tədqiq olunmuşdur. Müəyyən edilmişdir ki, gərginliyin müxtəlif amplitudu və qütblülüyündə su mühitində reallaşan fiziki proseslərin sürətləri dəyişməkdədir.

2-4 sayılı şəkillərdə “mil-müstəvi” və “mil-mil” elektrod sistemlərində PE-nin müxtəlif qütblülüyündə və elektrodlararası məsafələrdə su mühitinin deşilməsinin volt-saniyə diaqramları təqdim edilmişdir. Göstərilmişdir ki, gərginliyin yüksək amplitudlarında ( $> 40$  kV) və müxtəlif elektrodlararası məsafədə “mil-müstəvi” elektrod sistemində orta deşilmə vaxtı 15 mks-dən ( $d = 1$  sm) 90 mks-ə qədər ( $d = 5$  sm) artmaqdadır (şək. 2). Gərginliyin amplitudu azaldıqca ( $< 20$  kV) orta deşilmə vaxtının diapazonu genişlənərək  $50 \pm 900$  mks

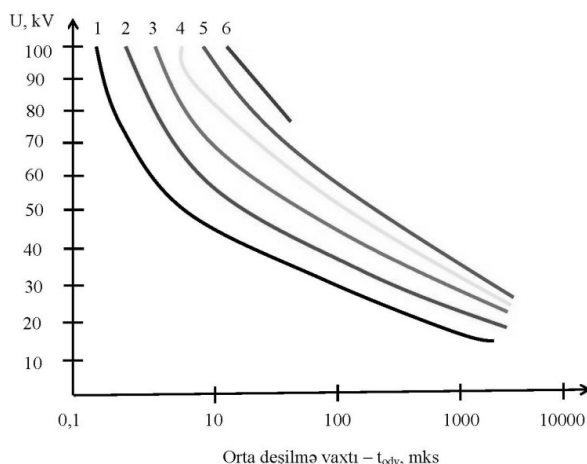
təşkil edir. Qeyd etmək lazımdır ki, “-mil+müstəvi” elektrod sistemində 30 kV-dan yüksək gərginliklərdə amplitudun artması deşilmə vaxtına təsir etmir və volt-saniyə diaqramlarında şaquli hissə müşahidə olunmaqdadır.



Şək. 2. Volt-saniyə diaqramları (“-mil+müstəvi” elektrod sistemi):  
1 –  $d = 1$  sm; 2 –  $d = 3$  sm; 3 –  $d = 5$  sm

“Mil-müstəvi” elektrod sistemində PE-nin qütbiliyi mənfi-dən müsbətə və elektrodlararası məsafə  $d = 1 \div 25$  sm diapazonunda dəyişildikdə orta deşilmə vaxtının dəyəri yüksəlir. Gərginliyin yüksək amplitudlarında ( $> 70$  kV) və kiçik elektrodlararası məsafələrdə ( $\sim d = 1$  sm) deşilmə vaxtı kəskin azalır və  $\sim 0,4$  mks təşkil edir. Beləliklə, alınan eksperimental nəticələrə görə, müəyyən edilmişdir ki, yüksək elektrik impuls sahələrinin su mühitlərinə təsirlərinin enerji effektivli rejimi “+mil-müstəvi” elektrod sistemində PE-nin müsbət qütblülüyündə qılgılcım qaz boşalması rejiminə təsadüf edir.

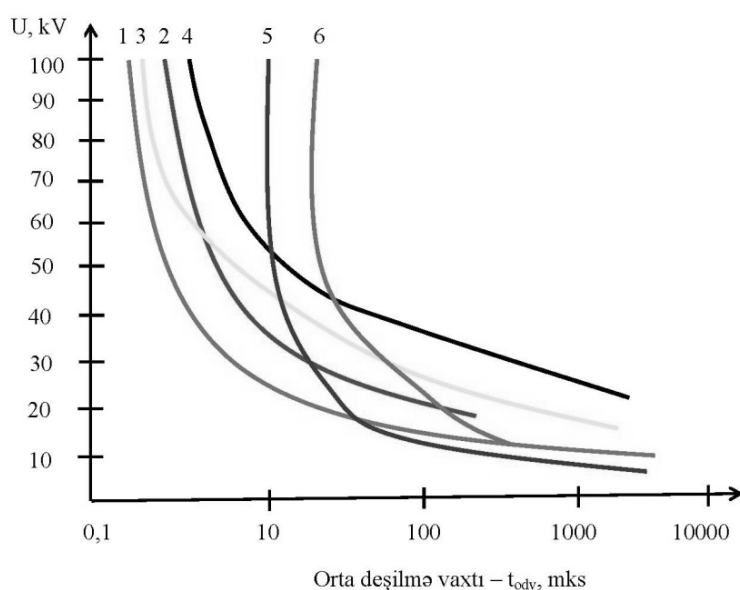
3 sayılı şəkildə “mil-mil” elektrod sistemində müxtəlif elektrodlararası məsafələrdə su mühitlərinin deşilməsinin volt-saniyyə diaqramları təqdim edilmişdir. “Mil-müstəvi” elektrod sistemində bənzər “mil-mil” elektrod sistemində də elektrodlararası məsafənin artması orta deşilmə vaxtının yüksəlməsinə səbəb olur. Aşağı amplitudlarda ( $< 30$  kV) deşilmə vaxtı  $t_d = 100 \div 3000$  mks diapazonuna təsadüf edir ki, bu da “mil-müstəvi” elektrod sistemi ilə müqayisədə çox yüksəkdir. Gərginliyin yüksək amplitudlarında ( $> 40$  kV) elektrodlararası məsafənin azalması asılılıq əyrilərinin (“mil-müstəvi” elektrod sistemində PE-nin müsbət qütblülüyündəki kimi) hamar xarakterli olmasına səbəb olur. Bu zaman, su mühitlərinin orta deşilmə vaxtı  $\sim 1 \div 3$  mks diapazonuna təsadüf edir.



Şək. 3. Volt-saniyə diaqramları (“mil-mil” elektrod sistemi): 1 –  $d = 1$  sm; 2 –  $d = 1,5$  sm;  
3 –  $d = 2,5$  sm; 4 –  $d = 4,5$  sm; 5 –  $d = 7,5$  sm; 6 –  $d = 15$  sm

4 sayılı şəkildə “mil-müstəvi” və “mil-mil” elektrod sistemlərində PE-nin müxtəlif qütblülüyündə su mühitlərinindeşilməsinin müqayisəli volt-saniyə diaqramları təqdim edilmişdir. Göstərilmişdir ki, “mil-müstəvi” və “mil-mil” elektrod sistemlərində PE-nin müsbət qütblülüyündə volt-saniyə ayrılmasının asılılıq xarakterləri oxşardır (gərginliyin yüksək amplitudlarında). Su mühitlərinin elektrik davamlılığı aşağı düşür vədeşilmə vaxtının dəyəri minimal həttə çatır. Yalnız, “mil-müstəvi” elektrod sistemində PE-nin mənfi qütblülüyündə su mühitinin ortadeşilmə vaxtı 40 kV-dan yüksək amplitudlarda demək olar ki, dəyişməz qalmaqdadır.

Su mühitlərinindeşilməsi, optimal rejimlərin müəyyən edilməsi ilə bərabər yüksək elektrik impuls sahələrinin orada mövcud mikroorqanizmlərə təsirləri tədqiq edilmişdir. Müəyyən edilmişdir ki, su aralıqlarına yüksək elektrik sahələrinin daha effektiv təsir rejimi “mil-müstəvi” elektrod sistemində PE-nin müsbət qütblülüyündə qığılcım qaz boşalması rejiminə təsadüf edir. Mövcud rejimdə ortadeşilmə vaxtının minimal olması, ötürülən enerjinin qaz boşalması kanalında sürətlə ifraz olunması müşahidə olunan yüksək sürətli proseslərin bioloji hüceyrələrə effektiv təsir etməsinə (inaktivasiya dərəcəsi  $\sim 10^6$ ) şərait yaradır.



Şək. 4. Müqayisəli volt-saniyə diaqramları (müxtəlif elektrod sistemləri üçün):

- 1 – “+mil-müstəvi” ( $d = 1$  sm); 2 – “+mil-müstəvi” ( $d = 3$  sm); 3 – “mil-mil” ( $d = 1$  sm);  
4 – “mil-mil” ( $d = 3$  sm); 5 – “- mil+müstəvi” ( $d = 1$  sm); 6 – “- mil+müstəvi” ( $d = 3$  sm)

Beləliklə, eksperimental tədqiqatların nəticələrinə görə, yüksək elektrik impuls sahələrinin su mühitlərinə təsirlərinin iki rejimini qeyd etmək olar: 1) aşağı gərginlikli ( $< 30$  kV) və yuxarı gərginlikli ( $> 40$  kV). Hər iki rejimdə elektrodlararası məsafənin artması, elektrodların konstruksiyası və potensial elektrodun qütblülüyündən asılı olmayaraq, tədqiq obyektindeşilmə vaxtının yüksəlməsinə səbəb olur. Su mühitlərə qısa müddətli yüksək elektrik impuls sahələrinin təsiri zamanı müxtəlif yüksək sürətli fiziki, elektrokimyəvi və mexaniki proseslər baş verir. İmpuls gərginliyin amplitudu və qütblülüyündən asılı olaraq mövcud proseslər bir birini əvəz edə bilər. Belə ki, “mil-müstəvi” elektrod sistemində, PE-nin qütblülüyündən asılı olmayaraq, 30 kV-dan aşağı gərginliklərdə, su aralığında qızma prosesləri üstünlük təşkil etməkdədir. Aşağı ayrılık radiuslu potensial elektrodun ətrafında yüksək elektrik sahədə su mühitinin buxarlanması və qaz qabarcıqların formalaşması prosesləri həyata keçir. Bu zaman qabarcıqların daxilində zərbəli ionlaşma, fotoionlaşma və yüksək keçiricikliyə malik lider kanallarının formalaşması baş verir.

Eyni zamanda, su mühitində impulsu elektroliz prosesi həyata keçir və əks qütblü elektrodların ətrafında hidrogen və oksigen ionlarının toplanması müşahidə olunur. “Mil-

müstəvi” elektrod sistemində PE-nin mənfi qütblülüyündə potensial elektrodun ətrafında müsbət yüklü hidrogen ionların toplanması baş verir ki, bu da orada mövcud yüksək elektrik sahəsinin qeyri-bircinsliyinin artmasına və qaz boşalmasının müsbət qütblü ilə müqayisədə orta gecikmə vaxtının azalmasına səbəb olur.

Qabarcıqların daxilində qaz boşalmaları baş verir və lider kanallarının formalaşması müşahidə olunur. Onların hərəkət və inkişaf sürəti  $\sim 10^4$  sm/s-ə çatır ki, bu da qabarcıqların əks qütblü elektrod istiqamətində hərəkəti və su mühitinin qızma nəticəsindədeşilməsinə səbəb olur. PE-nin müsbət qütblülüyündə gərginliyin artması ( $> 40$  kV) bütün qaz aralığında elektrik sahənin güclənməsi, yüksək keçiricikli lider kanallarının formalaşması və onların əks qütblü elektrod istiqamətində inkişaf sürətinin yüksəlməsi ilə nəticələnir. Bu zaman elektrodlararası məsafə lider kanalları ilə qapanılaraq su mühitinin elektrikdeşilməsinə şərait yaradır. Lider kanallarının hərəkət sürəti (mənfi qütblü PE ilə müqayisədə) bir neçə dərəcə artaraq emal mühitinindeşilmə prosesini tezləşdirir. Alınan eksperimental nəticələr bu proseslərin mövcudluğunu təsdiqləyir (şək.4).

“Mil-mil” elektrod sistemində aşağı gərginliklərdə su mühitinin ortadeşilmə vaxtı liderlərin mənfi qütblü, daha böyük amplitudlarda isə müsbət qütblü PE-dən hərəkət etməsinə təsadüf edir. Bu diaqramlar müsbət qütblü “mil-müstəvi” elektrod sistemində alınan ayrılrlə oxşarlıq təşkil edir (şək. 4).

Müxtəlif elektrod sistemlərində müqayisəli volt-saniyə diaqramların analizi nəticəsində müəyyən edilmişdir ki, aşağı gərginliklərdə “mil-mil” elektrod sistemli su aralıqlarının elektrik möhkəmliyi “mil-müstəvi” elektrod sistemində daha yüksəkdir və bu “mil-mil” tipli elektrod konstruksiyasının simmetrikliliyi və elektrik sahəsinin zəif qeyri-bircinsliyi ilə izah olunur. Elektrod sisteminin konstruksiyasından asılı olmayaraq, müsbət qütblü “mil-müstəvi” və “mil-mil” elektrod sistemlərində gərginliyin artması (mənfi qütblü “mil-müstəvi” elektrod sistemi ilə müqayisədə) ortadeşilmə vaxtının azalmasına səbəb olur və  $\sim 100$  kV gərginliklərdə hər iki halda ortadeşilmə vaxtının dəyəri eyni vaxt diapazonuna təsadüf edir.

Beləliklə, “mil-müstəvi” elektrod sistemində PE-nin müsbət qütblülüyündə su aralığında elektrik sahəsinin güclənməsi, lider kanalların formalaşma və hərəkət sürətinin artması, kompleks yüksək sürətli fiziki, elektrokimyəvi və mexaniki proseslərin reallaşması orada mövcud mikroorqanizmlərin inaktivasiyasına müsbət təsir göstərir. Onların sırasında impulsu elektroliz, su mühitinin buxarlanması, qaz qabarcıqlarının formalaşması, elektrohidravlik effekti, qaz qabarcıqlarının ossilyasiya rəqslərinin nəticəsində kavitasiya proseslərini, yüksək keçiriciliyə malik plazma kanalları, yüksək təzyiqli zərbə dalğaları, ultra-bənövşəyi şüalanmanın formalaşması və termoionlaşma kimi hadisələri qeyd etmək olar. Alınan eksperimental nəticələr təsdiqləyir ki, bütün qeyd olunan proseslər “mil-müstəvi” elektrod sistemində PE-nin müsbət qütblülüyündə nanosaniyəli qığılcım qaz boşalması rejimində reallaşır ki, bu da orada mövcud mikroorqanizmlərin miqdarının sıfır dərəcəsinə enməsinə səbəb olur. Bunları, qısa müddətli, yüksək tezlikli elektromaqnit impuls sahələrinin bioloji hüceyrələrin bilavasitə nüvəsinə müdaxiləsi və onların reproduksiyasının dayandırılması ilə izah etmək olar [15, 16].

Beləliklə, məqalədə sıx hava aralıqları və su mühitlərində qısa müddətli (mks, ns) yüksək elektrik impuls sahələrinin təsiri nəticəsində reallaşan qaz boşalması proseslərinin kompleks tədqiqatları təqdim edilmişdir. İmpuls gərginliklər generatorunun çıxışında (yüksək gərginlikli elektroimpuls qurğusunun enerji effektivliyini artırmaq məqsədilə) minimal frontlu impulsların generasiyası və hava aralığında yüksək enerjili elektronların fokuslanması təmin edən gərginləşdirici və potensial elektrodun (hərəkətdə olan farfor və fluoroplastik başlıqlardan ibarət) yeni konstruksiyası işlənilmişdir. Müxtəlif elektrod sistemləri, elektrodlararası məsafə və generatorun parametrlərində (gərginliyin amplitudu, qütblülüyü) su mühitlərində reallaşandeşilmə prosesləri və qaz boşalmalarının əsas parametrlərinin (deşilmə vaxtı, lider kanallarının hərəkət sürəti) təyini üzrə tədqiqatlar aparılmış, volt-saniyə diaqramları təqdim

edilmişdir. Alınan nəticələrin əsasında su mühitlərində mövcud mikroorqanizmlərin inaktivasiyasına qaz boşalması proseslərinin təsirləri öyrənilmiş onların optimal və effektiv rejimləri təyin edilmişdir. Su mühitlərində patogen bioloji strukturların tam inaktivasiyasını təmin edən yüksək sürətli proseslərin reallaşma mexanizmləri təsvir edilmişdir.

Göstərilmişdir ki, “mil-müstəvi” elektrod sistemində, gərginliyin qütblülüyündən asılı olmayaraq, impulsların kiçik sabit amplitudlarında ( $< 20$  kV) orta deşilmə vaxtının dəyərləri qismən eynidir və elektrodlararası məsafə artdıqca yüksəlir. Müəyyən edilmişdir ki, həmin diapazonda, generatorun eyni elektrik parametrlərində, “mil-mil” elektrod sistemində su mühitlərinin orta deşilmə vaxtı (konstruksiya simmetrik olduğundan) “mil-müstəvi” elektrod sisteminə nisbətən daha yüksəkdir. Müəyyən edilmişdir ki, “mil-müstəvi” elektrod sistemində PE-nin mənfi qütblülüyündə gərginliyin artması ( $> 30$  kV) volt-saniyə diaqramlarında şaquli hissəsinin mövcudluğu ilə müşahidə olunur ki, bu da deşilmə vaxtın gərginliyin dəyərindən asılı olmadığını nümayiş etdirir. Göstərilmişdir ki, müsbət qütblü “mil-müstəvi” və “mil-mil” elektrod sistemlərində və gərginliyin yüksək amplitudlarında su mühitlərinə yüksək elektrik impuls sahələrinin enerji effektivli təsirlərinə və onların minimal deşilmə vaxtına nail olmaq mümkündür.

Müəyyən edilmişdir ki, “mil-müstəvi” elektrod sistemində, PE-nin müsbət qütblülüyündə yüksək elektrik impuls sahələrinin su mühitlərinə təsiri nəticəsində formalaşan qısa müddətli (mks, ns) qığılcım qaz boşalması orada mövcud mikroorqanizmlərə qarşı ən optimal təsir vasitəsidir. Su mühitlərində reallaşan yüksək sürətli proseslərin və onların bioloji strukturların inaktivasiyasına təsirlərinin mexanizmləri təsvir edilmişdir.

#### Ədəbiyyat siyahısı

1. Курбанов Э.Д., Горин Ю.В., Кужекин И.П. Электроразрядная активация стекловолокон в барьерном разряде в воздухе. Материалы 11-й Международной конференции “Физика диэлектриков”, Санкт-Петербург, т.1, 2007, с. 318.
2. Kurbanov E.D., Gorin Yu.V., Bondyakov A.S. Reactors Of Torch And Barrier Discharges In Glass-Fibre Plastics Production. The 4-th International conference on technical and physical problems of power engineering “TPE-2008”, Pitesti, Romania, p. 15.
3. Курбанов Э.Д. Комбинированная обработка поверхности стекловолокон неравновесными электрическими разрядами в технологии производства стеклопластиков. Вестник МЭИ, №3 2009, с. 42-46.
4. Курбанов Э.Д., Горин А.В., Горин Ю.В. Расчетная модель реактора барьерного разряда с включенными в разрядный промежуток несплошных диэлектрических структур. Упрочняющие технологии и покрытия. № 11, 2009, с. 16-20.
5. Курбанов Э.Д., Гашимов А.М., Гурбанов К.Б., Бондяков.А.С. Гусейнли А.Я. Исследования характеристик и структуры наносекундных импульсных разрядов в воздухе. Проблемы энергетики, Баку, №3-4, 2006, с.60-66.
6. Курбанов Э.Д. Комплексное исследование характеристик наносекундного стримерного разряда в резконеоднородном поле при наличии в промежутке диэлектрических пластин. Известия НАН Азербайджана. г. Баку, 2009, т.29, № 5, с. 78-93.
7. Курбанов Э.Д. Ионизационные процессы в воде при воздействии импульсов высокого напряжения. Проблемы энергетики, Баку, № 4, с. 70-77, 2010.
8. Gurbanov E.J. “Consideration of the high-voltage installation parameters, defining an effective progress of electrophysical and electrochemical processes in water, Water problems: Science and technologies. № 1, Baku, 2015, pp.82-88 +
9. Гурбанов Э.Д. Методика разработки высоковольтных импульсных установок для инактивации микроорганизмов в водной среде, Водные проблемы: Наука и технологии. № 3, Баку, с.119-128, 2015
10. Гурбанов Э.Д. О генерации озона в импульсном коронном разряде Milli aerokosmik agentliyiinin xəbərləri, Bakı, cild 18, № 4, 2015, s.65-72.

11. Мамедов В., Гашимов А.М., Гурбанов К.Б., Гурбанов Э.Д. Технологическая установка с реактором барьерного разряда для обработки текучих пищевых продуктов. Проблемы энергетики, Баку, № 3, 2015, с.65-72.

12. Гурбанов Э.Д. Разработка основных узлов высоковольтных высокочастотных импульсных установок. Азербайджанская инженерная академия. Баку, т. 8, № 1, 2016, с. 110-121,

13. Гурбанов Э.Д. Методика разработки высокочастотных импульсных устройств на основе импульсных трансформаторов. Проблемы энергетики, Баку, № 2, с.39-47, 2015.

14. Гурбанов Э.Д. Методика расчета параметров разрядной цепи при разработке высоковольтных импульсных установок технологического назначения. Проблемы энергетики, Баку, № 3, 2015, с.57-64.

15. Гурбанов Э.Д. Методика разработки высоковольтных импульсных установок для инактивации микроорганизмов в водной среде, Водные проблемы: Наука и технологии. № 3, Баку, 2015, с.119-128.

16. Gurbanov E.J. Plasma processes in water under effect of short duration pulse discharges. The 66-th Annual Gaseous Electronics Conference GEC-2013, Princeton (USA), Vol. 58, № 8, p.47

## **РОЛЬ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНЫХ ЭЛЕКТРОТЕХНОЛОГИЙ В ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССАХ ОЧИСТКИ ВОДНЫХ СРЕД**

**<sup>1</sup>Гурбанов Э.Д., <sup>2</sup>Юсифов Ф.Ф.**

<sup>1</sup> ОАО "Азерсу", Московский проспект 67, г.Баку, AZ 1012, KurbanovEJ\_mpei@mail.ru

<sup>2</sup> ОАО "Азерсу", Московский проспект 67, г.Баку AZ 1012, fuad\_yusifov@mail.ru

Настоящая статья посвящена исследованию высокоскоростных процессов в водных средах при воздействии сильных электрических импульсных полей короткой длительности (мкс, нс) в целях инактивации содержащихся в них патогенных микроорганизмов. Рассматриваются различные режимы воздействия в симметричной и несимметричной электродных системах "стержень-плоскость" и "стержень-стержень" при положительной и отрицательной полярностях стержня. Приведены вольт-секундные характеристики пробоя водных сред с целью определения оптимальных режимов воздействия, параметров источника энергии и конструкций потенциального электрода, рассмотрены физические процессы при электрографическом эффекте. Показано, что наиболее энергоэффективным, с точки зрения передачи и выделения энергии в обрабатываемом объекте и обеспечения высокой степени инактивации биологических клеток, является искровой режим воздействия в электродной системе "стержень-плоскость" при положительной полярности потенциального электрода. При этом достигается самая высокая степень инактивации микроорганизмов ( $\sim 10^6$ ) в водных средах.

## **THE ROLE OF ENERGY-EFFICIENT ELECTRIC TECHNOLOGIES IN PURIFICATION OF WATER MEDIUMS**

**<sup>1</sup>Gurbanov E.J., <sup>2</sup>Yusifov F.F.**

<sup>1</sup> "Azərsu" OJSC, Moscow av. 67, Baku, AZ 1012, Azerbaijan, KurbanovEJ\_mpei@mail.ru

<sup>2</sup> "Azərsu" OJSC, Moscow av. 67, Baku, AZ 1012, Azerbaijan, fuad\_yusifov@mail.ru

This article to study of high-speed processes in water mediums under the influence of short duration (mcs, ns) high electric pulsed fields to inactivation of containing pathogens is devoted. The different discharge modes in "pin-plane" and "pin-pin" symmetric and asymmetric electrode systems at positive and negative polarities of the "pin" electrode are considered. The breakdown volt-second characteristics of water mediums for determination of the best exposure discharge modes, optimal energy source parameters and potential electrode's construction are given, the physical processes at electrohydraulic effect are considered. It is shown, that the most energy efficient is reached at spark discharge in "pin-plane" electrode system with positive polarity of potential electrode (from point of view of the transmitted and dissipated energy in the treated object and inactivation level of biological cells). This achieves the highest inactivation level of microorganisms ( $\sim 10^6$ ) in water mediums.



## СПОСОБЫ И МЕТОДЫ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД

Гулиев М.А., Абасали М.Дж.  
Бакинский Государственный Университет

Охрана окружающей среды и рациональное исследование ее ресурсов в условиях бурного роста промышленного производства стала одной из актуальнейших проблем современности. Результаты воздействия человека на природу необходимо рассматривать не только в свете развития технического прогресса и роста населения, но и в зависимости от социальных условий, в которых они проявляются. Отношение к природной среде является мерой они социальных и технических достижений человеческого общества, характеристикой уровня цивилизации.

На предприятиях металлургической и машиностроительной промышленности одной из основных категорий сточных вод являются маслосодержащие стоки.

По концентрации основного загрязнения они делятся на мало-концентрированные и концентрированные. Мало-концентрированные стоки образуются при промывке металлических изделий после их термической обработки и после расконсервирования.

Концентрированные сточные воды содержат масел до 50г/л. Это отработанные смазочно-охлаждающие жидкости (СОЖ), а также отработанные моющие растворы, представляющие собой стойкие эмульсии типа «масло в воде». Их расход составляет 0,5-200 м<sup>3</sup> / сутки в зависимости от мощности предприятия и типа его продукции.

На многих предприятиях концентрированные маслосодержащие стоки разбавляют большим количеством условно чистых вод и превращаются в мало-концентрированные. Содержание в них масел обычно колеблется от 10 до 500 мг/л. /1/

Сточные воды химической промышленности подразделяются на загрязненные и условно чистые. Загрязненные чистые воды, свою очередь, делятся на воды с примесями органических соединений и воды, содержащие главным образом минеральные соли. Условно чистые воды включают относительно немного примесей.

Условно чистые воды могут использоваться в замкнутых водооборотных циклах без отчистки, а загрязненные сточные воды требуют обязательной очистки.

Когда выпуски сточных вод в водоем расположены на близком расстоянии друг от друга, нормативные требования к составу и свойствам воды и предельно доступным концентрациям вредных веществ должны относиться не к воде водоема, а к самим сточным водам в месте их выпуска.

Чтобы оценивать загрязненность сточных вод, необходимо знать характеристики чистой воды.

Чистая природная вода характеризуется следующими средними показателями:

Время года	Растворенный кислород, мг/л	Степень насыщения, % мг/л
Лето	7,9	90,0
Осень	10,1	86,5
Зима	6,9	47,0

Производственные сточные воды имеют значительно более сложный состав, чем не только чистые, но даже загрязненные природные воды.

Производственные сточные воды могут оцениваться по следующим показателям: дефицит растворенного кислорода; теоретическое потребление кислорода; содержание неорганических ионов, кислот и оснований, нерастворенных органических примесей, азота и фосфора, поверхностно-активных веществ, не смешивающихся с водой органических жидкостей, красящих веществ, токсичных

неорганических ионов, токсичных и устойчивых органических примесей; радиоактивность./2/

Для очистки отобранных смазочно-охлаждающих жидкостей применяют следующие методы:

1. реагентные (обработка минеральными солями кислотами, коагулянтами и флокулянтами);
2. физико-химические (электрокоагуляция, ультрафильтрация).

Метод деэмульгирования масляных эмульсий путем коагуляции дисперсной фазы неорганическими электролитами получил широкое распространение в практике очистки сточных вод. По литературным данным, для очистки масло-эмульсионных сточных вод могут быть использованы  $\text{NaCl}$ ,  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ ,  $\text{FeCl}_3$ ,  $\text{CaO}$ ,  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ , взятые в отдельности или в комбинации друг с другом. Под воздействием электролитов происходит как снижение электрокинетического потенциала масляных эмульсий, так и разрушения структурно-механического барьера. Следует отметить, что многовалентные катионы способны перезаряжать масляные глобулы с образованием неустойчивой системы – обратной эмульсии, поэтому определение оптимального расхода реагентов является основой для успешного их применения. Совместное применение различных реагентов позволяет значительно повысить эффективность очистки. В литературе отмечается, что для очистки маслоэмульсионных сточных вод используется двух- и трехступенчатая их обработка реагентами.

Наиболее эффективным коагулянтом для очистки отработанных СОЖ, содержащих ионогенные эмульгаторы, является сернокислый алюминий.

Процесс очистки масляных эмульсий, содержащих ионогенные эмульгаторы, протекает следующим образом. Электрокинетический потенциал эмульсии, находящейся в электрическом поле, снижается, а эмульсия теряет свою устойчивость. Перешедшие в жидкую фазу ионы алюминия при  $\text{pH}=6-8$  в межэлектродном пространстве образуют сначала коллоидный раствор, а затем в зависимости от  $\text{pH}$  среды макрочастицы гидроксида или основного сульфата алюминия. При  $\text{pH}=5$  эмульгатор переходит в нерастворимую формулу, что еще в большей степени способствует сорбции частиц дисперсной фазы, так как происходит снижение прочности структурно-механического барьера. При дальнейшем протекании процесса происходит подщелачивание жидкости и весь алюминий переходит в нерастворимую форму, создавая максимум сорбционной поверхности./1/

Для очистки сточных вод химических производства применяются физико-химические и биологические методы.

К физико-химическим методом очистки относятся экстракция, сорбция, эвапорация, кристаллизация, флотация.

Сущность экстракционного метода очистки состоит в следующем. При смешении взаиморастворимых жидкостей загрязняющие вещества, содержащиеся в них, распределяются и в этих жидкостях неравномерно. Это свойство жидкостей и используется для устранения загрязнений.

Процесс сорбции заключается в том, что загрязнения из сточной жидкости поглощаются всем объемом твердого вещества, осаждаются на его активно развитой поверхности или вступают в химическое взаимодействие с ними. Для очистки производственных сточных вод чаще всего пользуются адсорбцией.

Эвапорация позволяет отгонять с водяным паром летучие вещества, загрязняющие сточную воду.

Кристаллизацию как метод очистки используют только при значительной концентрации загрязняющих вещества в производственных сточных водах и способности этих веществ образовывать кристаллы и выпадать в осадок.

Очистка методом флотации основана на свойстве нерастворенных частиц применит к пузырькам воздуха и всплывать вместе с ними на поверхность воды.

К химическим методам очистки относятся коагулированные, нейтрализация и окисление.

Сущность процесса коагуляции состоит в том, что под действием реагента (коагулята) мелкие взвешенные и эмульгированные вещества укрупняются и оседают. В качестве коагулянтов применяют известь, железный купорос, соли алюминия и органические соединения.

Нейтрализация может осуществляться несколькими способами, например, смешением кислых и щелочных стоков перед выпуском их в водоем.

Биологическая очистка протекает под влиянием микроорганизмов, которые выделяют ферменты, расщепляющие органические соединения на простые минеральные молекулы.

Биологический метод используют для очистки производственных сточных вод, содержащих примеси, которые после предварительной обработки с помощью других методов могут окисляться в результате биохимических процессов.

При биологической очистке необходимо соблюдать следующие требования: из производственных сточных вод следует удалять жировые и смолистые вещества; концентрация ядовитых веществ (циан, фенол) и солей тяжелых металлов (медь, хром, ртуть) не должна превышать допустимые для биологического процесса пределы; реакция сточных вод должна находиться в пределах  $pH=6,5-8,5$ ; если сточные воды содержат крупные нерастворенные или волокнистые вещества, они удаляются; до биологической очистки сточные воды подвергаются предварительному отстаиванию./2/

Как следует из приведенного обзора, в разработке эффективных методов очистки концентрированных маслосодержащих сточных вод в последние годы достигнуты определенные успехи. Построение и введение в постоянную эксплуатацию установки по очистки маслосодержащих сточных вод методами коагуляции, электрокоагуляции, реагентной напорной флотации./3/

Основным недостатком таких схем очистки является большие затраты коагулянтов и образование значительных количеств осадков, для обезвоживания которых требуется дополнительный расход коагулянтов с целью снижения содержания в них масел. Практика показывает, что раздельная обработка коагулянтами мало-концентрированных и концентрированных сточных вод требует меньших затрат коагулянтов и сопровождается образованием меньших объемов осадков.

### **Список литературы**

1. Смирнов Д.Н., Генкин В.Е. Очистка сточных вод в процессах обработки металлов. М.:Металлургия, 1989
2. Паршенков С.А. Химическое производство и охрана природы. Общество «Знание» РСФСР, Москва, 1976.
3. Удаление металлов из сточных вод./Под ред. Дж.К.Кушки. М.:Металлургия, 1987.

### **TULLANTI SULARIN TƏMİZLƏNMƏSİNİN ÜSULLARI VƏ METODLARI**

**Quliyev M.A., Abashli M.C.**

*Bakı Dövlət Universiteti*

### **XÜLASƏ**

Sənayenin inkişafı ilə bağlı olaraq ekoloji tarazlıq kəskin şəkildə pozulur. Ətraf mühitin qorunması üçün məqsədyönlü iş aparılmalıdır. Bu məqalədə tullantı sularının təmizlənməsindən bəhs olunur. Kimya sənayesində tullantı sularının təmizlənməsində fiziki-kimyəvi, kimyəvi və bioloji üsullardan istifadə olunur.

## **WAYS AND METHODS OF WASTEWATER TREATMENT**

**Guliyev M.A., Abasali M.J.**

*Baku State University*

### ***SUMMARY***

In connection with the development of the industry the ecological balance is greatly disturbed. To protect the environment necessary to carry out purposeful work. This article discusses the treatment of wastewater. Applied physical-chemical, chemical and biological methods for wastewater treatment chemical plants.

## НЕКОТОРЫЕ ФАКТЫ ПРО СТАРЕЙШИЕ ЕВРОПЕЙСКИЕ КОЛОДЦА

Нагиев З.А.,<sup>1</sup> Тарихазер З.А.,<sup>2</sup> Керимова Г.А.<sup>3</sup>

ОАО «Азерсу», Научно-Исследовательский и Проектный Институт «Суканал», Баку,

<sup>1)</sup> [zahid.nagiyev@azersu.az](mailto:zahid.nagiyev@azersu.az)

<sup>2)</sup> [tarixazer@rambler.ru](mailto:tarixazer@rambler.ru)

<sup>3)</sup> [gulnar.kerimova8989@gmail.com](mailto:gulnar.kerimova8989@gmail.com)

Идеалом водоснабжения является изобильная доставка чистой, здоровой и приятной на вкус воды для питья. Вода источников и нижних слоев почвы уже от природы чиста и прозрачна: искусственными средствами можно придавать эти качества, впрочем, и мутной воде. Относительно приятного вкусового ощущения, вызываемого водой, мнения вообще расходятся, но вообще вода, имеющая неприятный запах, или изобилующая минеральными или органическими частицами, как например, болотная – должна быть избегаемая. Важно, чтобы вода не была вредна для здоровья. Примеси, обуславливающие вредные качества воды, могут быть как минеральными, так и органическими; первые, встречаясь лишь в незначительных дозах, менее опасны. Органически же примеси – гниющие растительные или животные вещества – опасны в высшей степени, даже в незначительных количествах, служат средой, благоприятствующей развитию бесчисленных микроорганизмов – носителей различных заболеваний.

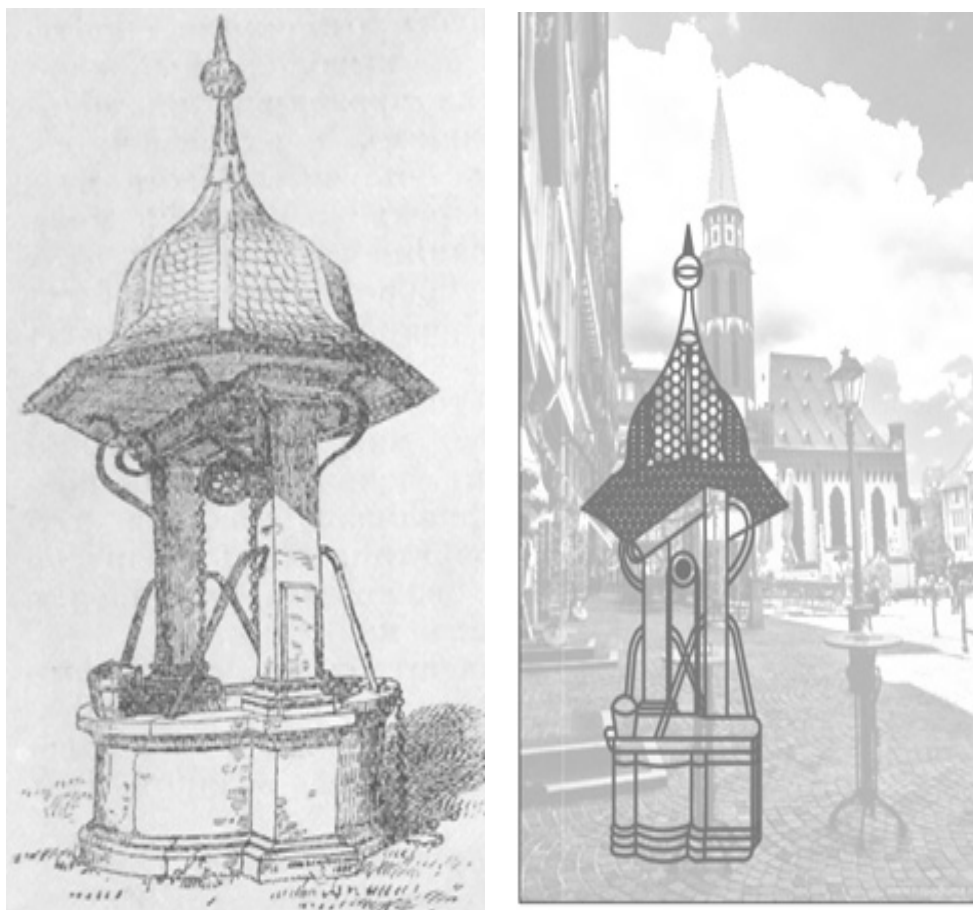


Рис. 1. Колодец на Кэртнерсгофе во Франкфурт на Майне (17 века)

Чистая грунтовая вода, также как и ключевая, с давнего времени считалась лучшей. Надо заметить, что многие реки, озера и пруды дают воду, вполне годную в

гигиеническом отношении, тогда как некоторых колодцев и источников, особенно в старых городах, с загрязняющей веками почвой, приходится избегать.

Старейший прием для собирания почвенной воды – устройство колодцев, которые в малокультурных местностях устраивались просто в виде ямы, стенки которых какими либо, вообще первобытными способами защищались от обвала. В более культурных местах с давнего времени, например, уже в древнем Египте, колодцы строили в виде цилиндров с кирпичными стенками, достигающими глубины водоносного слоя (рис.1.).

На глубине этого слоя кадка стен делался уже не на раствор, а перекладывали мхом, или дырчатыми кирпичами – для свободного притока воды в колодец. При его постройке сперва рыли котлован до глубины грунтовых вод; затем клали деревянное плоское кольцо, слабо коническое снаружи и снабженное железным режущим краем грунта из колодца, и последний, вследствие своей тяжести, постепенно опускался по мере возведения стенок. Вода из колодцев поднималась или ведрами, или высасывающим насосом; при установке последнего необходимо было, чтобы глубина колодца была не более 6 метров, иначе насос не действовал. Большие колодцы, служащие также и резервуарами, делались водонепроницаемыми стенками, но без дна. Толщина стенок зависела от размеров колодца, меняясь от 18 см (3/4 кирпича) при диаметре в 1 м до 88 см при диаметре в 9 м; для увеличения устойчивости, иногда кладку связывали с основным кольцом болтами. Делали также и бетонные колодцы, что позволяло значительно уменьшить толщину стенок, особенно при употреблении железного каркаса по так называемому способу Монье. Колодцы больших размеров весьма быстро можно опускать в грунт, пользуясь сжатым воздухом (кессонная работа); так как человек, в целях безопасности, может работать при давлении воздуха в 2-3 атм., что соответствует 20-30 м высоты водяного столба, то до этой глубины можно работать кессонами, вытесняя из них воду давлением воздуха (рис.2.)

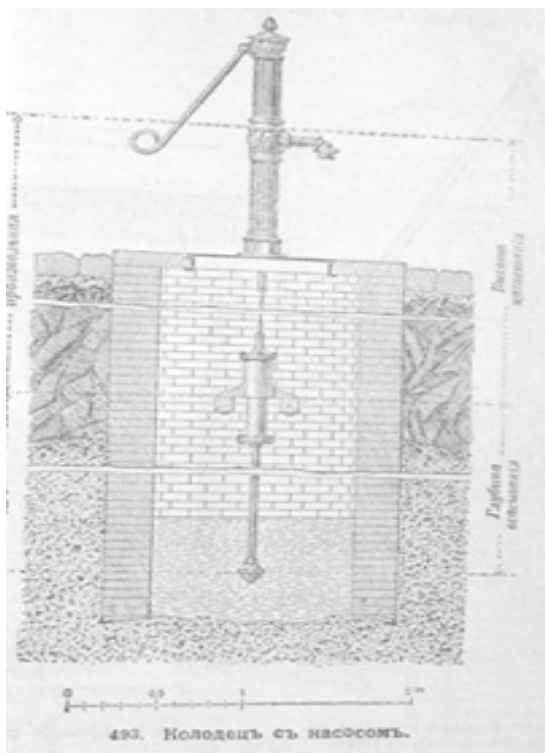


Рис. 2. Колодец с насосом

Приступая к устройству водопровода, а также для быстрого получения воды в небольшом количестве, служили *абиссинские колодцы*, названные так потому, что они применялись англичанами в войне с Абиссинией в 1867-68 гг. В Германии они применялись еще раньше, в 1815 г. – Нине, а в 1831 г. – Мальмоне (рис. 3). Такой колодец устраивалась следующим образом: железная труба диаметром 25-6- м, на конце снабженная стальным острием или винтовой нарезкой (крыльями), забивалась или ввинчивалась в грунт. Стенки трубы имели отверстия для протока воды, при грунте, состоящем из мелкого песка, затягиваемые проволочной сеткой. Шаровой клапан внизу препятствовал опусканию воды во время обратного хода поршня насоса.

При большой глубине, значительного диаметра трубы, а также при скалистом или каменистом грунте, и даже при толстых пластах плотной глины, покрывающих водоносный слой, ни забивка, ни ввинчивание трубы невозможны; в таком случае либо бурили, либо подмывали под оконечность трубы напором воды.

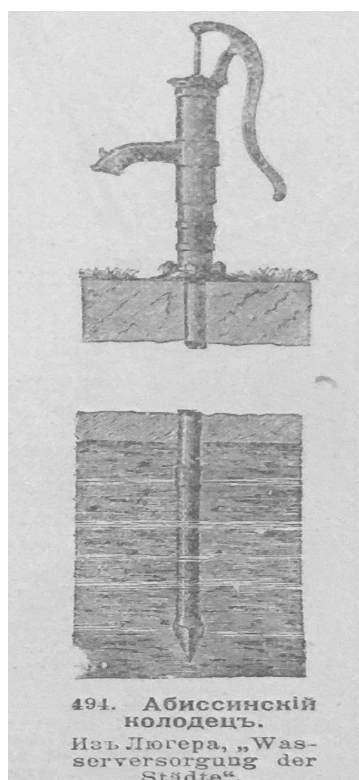


Рис.3 Абиссинский колодец

Над буровой скважиной устанавливалась тренога со шкивом; через шкивы перекидывали проволочный канат, на котором внутри опускаемой обсадной трубы висело ударное сверло с клапаном, в виде короткого куска трубы; при поднятии ложки клапан закрывался и полную грунтом ударное сверло вынимали наверх; таким образом под обсадной трубой понемногу образовывалась пустота, в которую ее и осаживали. В день проходило, в зависимости от грунта, от 2 до 5 метров.

Опускались обсадные трубы и при помощи подмыва водой, нагнетая сильным напором под нижний конец трубы; вода вместе с увлекаемыми ею частицами размытого грунта поднималась по трубе и выливалась через ее верхний конец, а труба опускалась вследствие своего веса и добавочной нагрузки.

Скалистый грунт предварительно раздробляли при помощи долота и сверла, укрепляемые на длинных штангах; при очень твердой породе режущий край сверла снабжался черными алмазами.

Опущенная таким образом в грунт обсадная труба или оставалась в грунте, причем приток воды в нее происходил только с нижнего конца трубы; для защиты от засорения ее закрывали проволоочной сеткой, а кольцеобразный промежуток между трубой и грунтом наполняли хрящом и гравием (рис.4.)

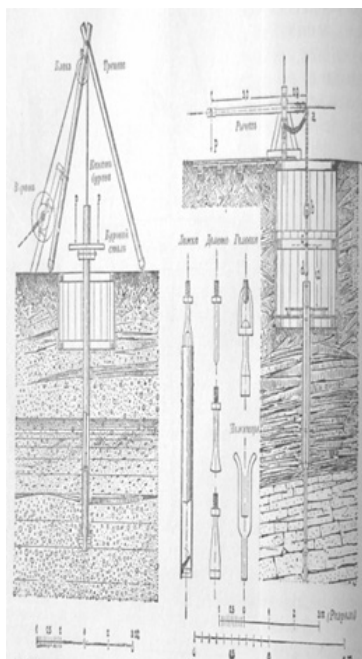


Рис. 4. Установка для бурения колодца в хрящевом или песчаном грунте

Артезианские колодцы, названные так по имени французской провинции Артура, где они применялись еще в 13 в., отличались от предыдущих тем, что в них, благодаря наклонному положению водоносного слоя, вода сама собою выливалась на поверхность и нередко была со значительной силой. В подобном колодце, устроенном в Констанце, на верхний конец, обсадной трубы надета телескопическая насадка, с бронзовой пружинной набивкой, устанавливаемая помощью винта на желаемую высоту до 1,35 м. выше конца обсадной трубы.

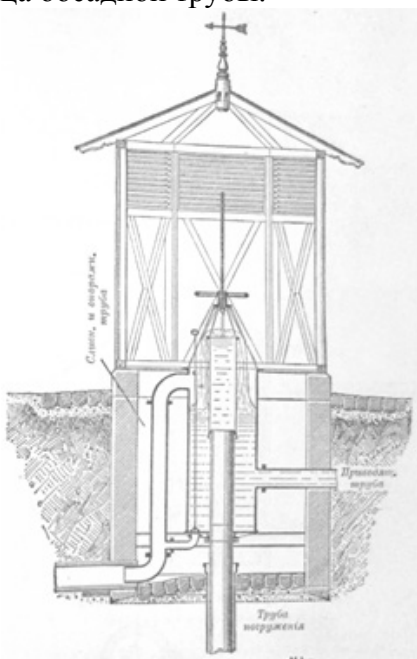


Рис. 5. Артезианский колодец в Констанце



Вода выливалась в резервуар, окруженный каменными стенками, и поступала в водопроводную трубу. При большой ширине приблизительно горизонтального водоносного слоя, для соби́рания в нем воды устраивали водосборные каналы, в малом виде—из обыкновенных дренажных труб, соединяемые муфтами, или же из цементных или чугунных труб, также с дырчатыми стенками. Подобные каналы сходились к колодцам. Такой способ соби́рания почвенных вод был также известен еще римлянам. В Ваннском водопроводе Парижа, вода источников Патюрь и Маруа собирается цементными трубами, которые состояли из нижней, более широкой, и верхней, более узкой части; последняя имела щель у стыка со следующим звеном. Для защиты от заноса песком трубы укладывались во рвах, наполненных гравием. При большой массе собираемой воды каналы делались таких размеров, что в них человек мог ползти, как например в Фрейбурге, или даже ходить прямо, как в Баден-Бадене.

Пользуясь естественными выходами почвенной воды на земную поверхность — родниками или ключами — окружали их каменной стенкой, как для защиты родника от загрязнения текущей по земле дождевой воды, так и вообще для возможности содержания его в порядке. Еще более совершенные устройства представляли собой закрытые резервуары, где вода защищалась от зноя и мороза, при условии устройства необходимой вентиляции. Как пример можно привести сборный бассейн в Армантьере, принадлежавший Ваннскому водопроводу. Он имел форму круга диаметром в 10 м. и был покрыт плоским сводом, сверху засыпанным землею; для входа и для вентиляции были устроены двери, а внутри, выше уровня воды, был устроен банкет для прохода. Запасной трубы для перелива воды на случай переполнения здесь не было, и кроме водопроводной магистрали здесь имелась только холостая труба для спуска грязной воды при мытье бассейна.

Если ключи выступали на склоне горы, то они собирались также в камеру, расположенную на откосе; она снабжалась холостой, запасной и водопроводной трубами, а также вентиляционными приспособлениями. Вглубь горы прокладывался коридор или штольня, пересекающая водоносные слои. Примерами крупных сооружений этого типа можно показать колодцы, устроенные в Инсбруке и в Шенберге (водоснабжение города Вена).

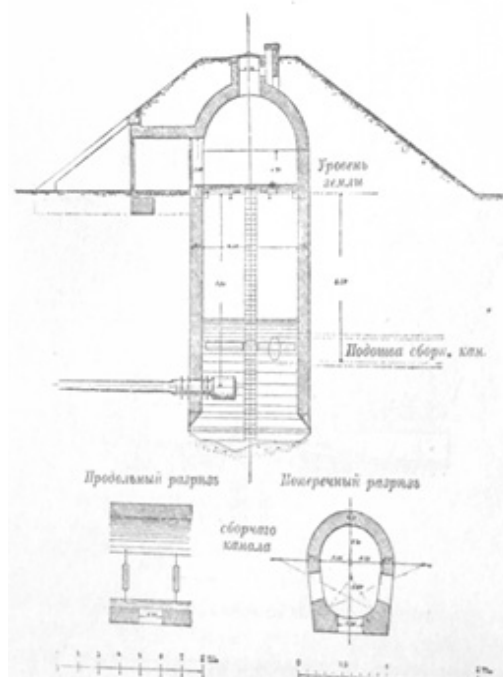


Рис.6. Сборный колодец и сборные каналы Фрейбургского водопровода

В Шенберге водоносный слой представлял собой растрескавшуюся массу известняка; естественный резервуар получался из пещеры длиной в 17 м, а шириной в 1 м. Вода стекала в реку Шварцу. Воду эту собирали в каменный, покрытый сводом резервуар, сообщающийся со штольной и пещерой. Подошва находилась на уровне 521,19 м над морем; несколько ниже – уровень воды в запасной штольне. На высоте 5,6 м под подошвой резервуара – холостая труба, уводящая избыток воды в реку. Для очистки бассейна в свод был сделан лаз, а для вентиляции служили двери в переднем фасаде, выступающим из скалы. Весь бассейн был сложен из дикого камня на цементном растворе.

Воды открыто текущих источников, ручьев и небольших рек собирали при помощи плотин и запруд, преграждающих долину реки и обращающих их в искусственные резервуары, где вода собиралась из многих источников, отстаивалась и делалась более чистой.

На мысль об устройстве подобных искусственных резервуаров наводили многочисленные природные озера, служащие естественными отстойными бассейнами для впадающих в них нередко мутных вод. Несколько тысяч лет тому назад возводились искусственные сооружения такого рода в Китае, Японии, Индии, Ассирии, Египте, Испании, Перу и на острове Цейлон. Для водоснабжения столицы Турции устроено было уже почти 2000 лет тому назад пять запруд, причем самый большой бассейн вмещал около 300 000 куб.м. Из других городов, имеющих такие резервуары, можно назвать Ливерпуль (65 милл. куб.м.), Манчестер, Лейчестер, Лидц, Шеффильд, Блэкбёрн, Эдинбург, Дублин, Вербье (12,5 милл. куб.м.), Кенигсберг (7 милл.), Ремшейдт (1 милл.), Нью Йорк (300 милл. куб.м.), Бруклин, Олбани, Балтимора, Мельбурн и др. Такие бассейны строились не только для запасов питьевой воды на случай недостатка ее местных источниках, но также и для питания каналов, для ирригации и для промышленных надобностей.

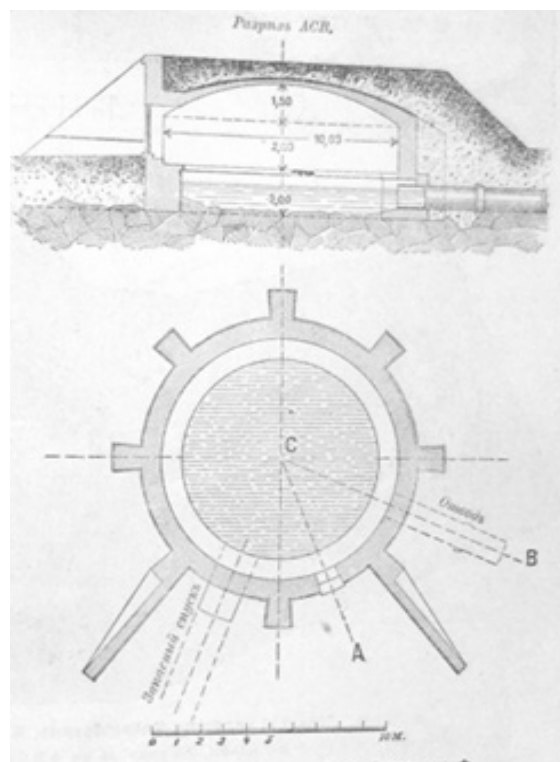


Рис. 7. Собираение ключей в Армантэре

Самая старая запруда – земляная, например, в Индии, Англии. Из новейших – плотина Квакербридж близ Нью-Йорка, имеющая высоту 82 м. Хотя некоторые из них существуют очень долго, тем не менее, водопроницаемость земляной насыпи могла быть причиной медленного подмывания и, наконец, прорыва запруды. Поэтому их предпочитали строить из прочной каменной кладки, или из бетона. На рис. 7 представлены разрезы запруды Асти в Индии, между Бомбеем и Мадрасом, построенные в 1876-1882 гг. и имели в длину 3,9 км, в высоту – 17,68 м, образуемый бассейн вмещал около 40 милл. куб. м. воды.

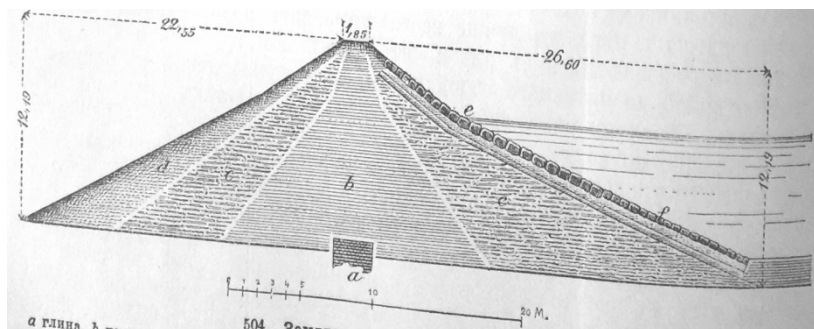


Рис 8. Земляная плотина Асти в Индии.

а) глина; в) черная глина; с) чистая земля; д) суглинок и песок;  
е, ф) откос, вымощенный мелким и крупным камнем.

Постройка такого плана запруд требовала необыкновенной тщательности и предусмотрительности, так как напор воды мог быть причиной прорыва запруды, сопровождаясь катастрофой: низвергающаяся масса воды сносила с лица земли целые города, разрушая все на своем пути. Прорыв запруд в Америке близ Джонстоуна (1889 г.) и в Массачусете (1842 и 1874 гг.), обрушение запруды в Боузее близ Эпиналя (1895 г.) и многие другие представляли собой грозное предостережение на будущее время.

### Список литературы

1. Промышленность и техника. Том 1. /История и современная техника строительного искусства. Полный перевод с 9-го немецкого издания, под ред. проф. В.В.Эвальда, С.-Петербург, 1903 г.

### QƏDIM AVROPADA OLAN SU QUYULARI HAQQINDA BƏZİ MƏLUMATLAR

Nağıyev Z.A.,<sup>1</sup> Tarixazər Z.Ə.,<sup>2</sup> Kərimova G.Ə.<sup>3</sup>

"Azərsu" ASC, "Sukanal" Elmi Tədqiqat və Layihə İnstitutu, Bakı

<sup>1)</sup> zahid.nagiyev@azersu.az

<sup>2)</sup> tarixazer@rambler.ru

<sup>3)</sup> gulnar.kerimova8989@gmail.com

### XÜLASƏ

Məqalədə bəzi Avropa şəhərlərində tikilmiş qədim su quyuları və rezervuarları haqqında məlumatlar verilmişdir. Almaniya və İngiltərədə olan qədim quyuların təsviri sxem və şəkillərlə göstərilmişdir.

## **SOME INFORMATIONS ABOUT THE ANCIENT EUROPE WELLS**

**Nagiyev Z.A.,<sup>1</sup> Tarikhazer Z.A.,<sup>2</sup> Kerimova G.A.<sup>3</sup>**

*“Azersu” OJSC, “Sukanal” Scientific Research and Project Institute, Baku*

<sup>1)</sup> *zahid.nagiyev@azersu.az*

<sup>2)</sup> *tarixazer@rambler.ru*

<sup>3)</sup> *gulnar.kerimova8989@gmail.com*

### ***SUMMARY***

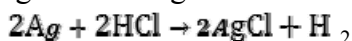
The informations about ancient water devices, reservoirs was built in some Europe towns listed in article. Description of ancient devices in Germany and England shown with schemes and pictures.

## SUYUN TƏMİZLƏNMƏSİ ÜSULU

**Süleymanlı A.A., Məlikova Əhmədova N.A., Əlizadə N.A., Nəcəfova K.N.,  
Mirzəyev V.S.**

*Elmi-Tədqiqat Aerokosmik İnformatika İnstitutu, MAKKA  
nigarmelikovanm@gmail.com*

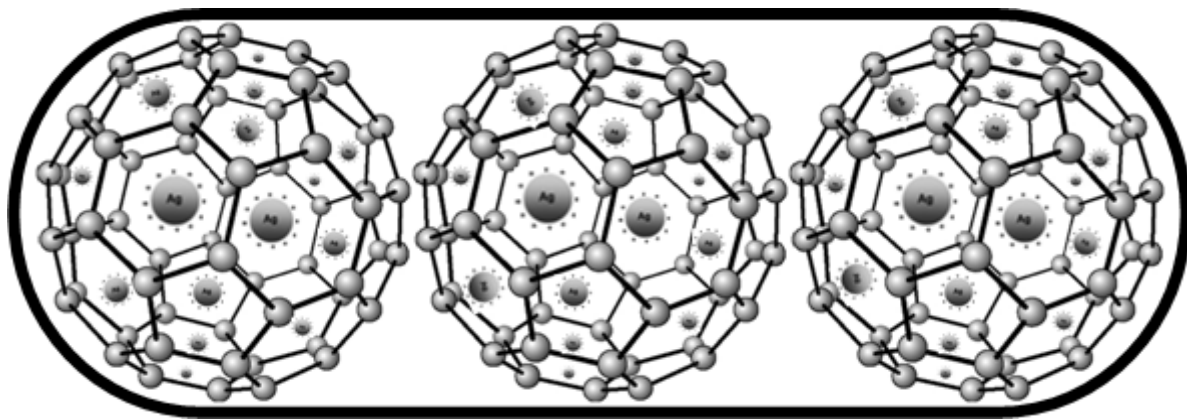
Əksər maddələrin fiziki xassələri nümunənin ölçüsündən asılıdır. Maddələrin nanohissəcikləri çox vaxt elə xassələrə malik olur ki, adi ölçülərdə olan maddələrdə belə xassələr olmur. Məlumdur ki, gümüş və qızıl əksər kimyəvi reaksiyalarda iştirak etmir. Lakin qızıl və gümüş nanohissəcikləri kimyəvi reaksiyalarda yalnız katalizator rolunu oynamır, həm də bu reaksiyalarda bilavasitə iştirak edirlər. Məsələn: adi gümüş parçası xlorid turşusu ilə reaksiyaya girir və bu reaksiya aşağıdakı kimi gedir:



Gümüş nanohissəciyinin yüksək reaktivlik qabiliyyəti onun güclü bakterisid təsirinin olmasını göstərir. Ag (gümüş) nanohissəciyi bir neçə növ xəstəlik yaradan bakteriyaları məhv edir. Gümüş ionları bakteriya daxilində bir çox kimyəvi reaksiyaların getməsinə mane olur, ona görə də gümüş nanohissəciyi olan bakteriyalar çoxalmır. Bağırsaq çubuqları, salmonella və digər qrammənfi bakteriyalar gümüş nanohissəciyin təsirinə daha həssasdır. Gümüş nanohissəciyin bakterisid təsirindən istifadə etmək üçün nanohissəcikləri gündəlik istifadə olunan parça və materiallara daxil edirlər. Məlum olmuşdur ki, tərkibində gümüş nanohissəciyi olan parçadan hazırlanmış corablar ayaqda göbələk xəstəliyinin əmələ gəlməsinin qarşısını alır. Xəstəlik törədən bakteriyaların ocağı olan yeməxana alətlərinin, qapı tutacaqlarının və hətta kompüter “mışka” və klaviaturalarının üzəri gümüş nanohissəciyi təbəqəsi ilə örtülür. Yeni dezinfeksiyaedici və yuyucu (o cümlədən diş pastalarının, sabun və yuyucu tozların) örtüklərin hazırlanmasında, kosmetikada gümüş nanohissəciklərindən istifadə olunur. Tibb və uşaq idman müəssisələrində, heyvandarlıq və kənd təsərrüfatı binalarında, ümumi yeməxanalarda, nəqliyyatda - ümumiyyətlə infeksiya yığılması təhlükəsi artdıqda gümüş nanohissəciyi olan örtüklər profilaktik – antimikrob vasitəsi kimi istifadə oluna bilər. Gümüş nanohissəciklərindən suyun təmizlənməsində və kondisioner sistemində, hovuzlarda, duşlarda və digər ümumi istifadə yerlərində lazım olan filtrlərdə xəstəlik törədən mikroorqanizmlərin məhv edilməsi üçün istifadə etmək olar.

Gümüş nanohissəciyinin fizioloji təsiri öyrənilmişdir. Heyvanlar üzərində aparılan təcrübələr nəticəsində müəyyən olunmuşdur ki, gümüşün dozası 50, 200 və 1250 mkq/l olarsa onun təsiri faydalıdır. Müəyyən olunmuşdur ki, gümüş ionu olan suyu siçovullara verəndə onlar tez inkişaf edir, çəkili artır. Spektral analiz vasitəsilə müəyyən olunmuşdur ki, siçovulun 100 q quru çəkisinə düşən gümüşün miqdarı 20 mkq-a bərabər olur ki, bu da onun qara ciyərində normal dozaya uyğun gəlir. Bu tədqiqatlar nəticəsində sübut olunmuşdur ki, gümüşün dozası 50-250 mkq/l olarsa bu fizioloji normal hesab olunur. Patohistoloji tədqiqatlar nəticəsində müəyyən olunmuşdur ki, suyun tərkibində gümüşün dozası 20000-50000 mkq/l olarsa o orqanizmdə destruktiv dəyişmələrə səbəb olmur. Hətta gümüşün konsentrasiyası normadan 2 dəfə artıq olanda (100mkq/l) insan bədənində heç bir patoloji dəyişiklik olmur.

Aparılan tədqiqatların nəticəsi olaraq, gümüş nanohissəcikləri əsasında suyun təmizlənməsi qurğusu verilmişdir (şəkil 1.). Qurğu karbon nanoboru daxilinə yerləşdirilmiş və gümüş nanohissəcikləri ilə zənginləşdirilmiş fulleren molekullarından ibarətdir. İdeya suyun bu boruya buraxılaraq təmizlənməsindən ibarətdir.



Şəkil 1. Su təmizləyici qurğu

Karbon nanoboruları matrisdə çoxlu miqdarda düzülmüşlər. Nanoborular spiralsəkilli, düz, birlaylı və çoxlaylı ola bilər. Məlumdur ki, birlaylı nanoboru çoxlaylı nanoboruya nisbətən daha möhkəm olur. Birlaylı nanoborularda Yunq modulu 4,5 tPa tərtibində olur ki, bu da polada nisbətən 12 dəfə çoxdur. Hazırda laboratoriya şəraitində alınan nanoboruların uzunluğu kiçik olduğu üçün, gündəlik həyatda istifadə olunmur. Tərəfimizdən işlənilib hazırlanmış plazmatron qurğusu imkan verir ki, nanoboruların uzunluğu bir neçə millimetərə bərabər olsun. Su təmizləyici qurğuda matrisdə iştirak edən nanoborular yan-yanə və sıx şəkildə düzülməlidirlər. Matrislər karkasda yerləşdiyindən və karkası saxlayan gövdə böyük elastikliyə malik olduğu üçün nanoborular oxları istiqamətində yan-yanə, sıx düzülmüş olurlar. Nanoboruların kontakt yerlərində olan boşluqlarda suyun tərkibində olan fiziki çirkərlər, eləcə də böyük ölçülü toksik maddələr toplanacaqdır. Gövdə öz halını dəyişdirdiyi üçün nanoborular arasındakı məsafəni artırmaqla çirkərləri karkasdan kənarlaşdırmaq mümkündür. Viruslar nanoborular kontaktından asanlıqla içərisində gümüş nanohissəciciyi olan füllerenlərə keçərkən orada gümüş ionlarının təsiri ilə zərsizləşdirilir. Bu zaman gərginliyi dəyişməklə gümüş ionlarının Kulon qüvvəsi vasitəsilə hərəkət sürətlərini artırıb-azaltmaq olar. Bu qurğudan su keçən zaman digər zərərli ionlar da iştirak etdiyindən, onların da kütlələrindən asılı olaraq, kənarlaşdırılması mümkündür. Nanoboru daxilində toplanmış çirkərlər nanoborunun divarlarına doğru sıxılırlar. Lakin nanoborular əyilmə, dartılma və s. deformasiyalara qarşı möhkəm olduğundan sınırlar. Qurğuda zərsizləşdirilməmiş ionları füllerenlərin içərisinə hər hansı maddənin atomlarını, məsələn, müxtəlif metal atomları yerləşdirməklə, yəni interkalyasiya etməklə elektrik xassələrini dəyişmək yolu ilə kənarlaşdırmaq olar. Qeyd edək ki, qurğunun girişində, əlavə olaraq, birlaylı karbon nanoboruları yerləşdirilir. Məlumdur ki, belə nanoborular hər iki tərəfdən açıq olduğundan kapillyar boruların malik olduğu xassələri özündə birləşdirir, yəni maddəni özünə çəkir. Bu zaman nanoboru daxilində düşən hissəciklər oradan çıxıbilmirlər. Onların matrisdə yerləşdirilmiş digər nanoborulara keçməsi elektrik sahəsinin təsiri ilə baş verir. Qurğuda nanoborulara verilən 1,7 V tərtibində olan gərginlik qarışıq dövrə vasitəsilə həyata keçirilir.

Qurğunun çıxışında çoxlaylı karbon nanoboruları yerləşdirilir. Çoxlaylı karbon nanoborularının Yunq modulu kiçik olduğundan, birlaylı nanoborudan keçən çirkli maddələr, eləcə də kiçik ölçülü duzlar deformasiya nəticəsində matrisin alt hissəsində yerləşdirilmiş qurğuda toplanacaqdır. Beləliklə, qurğu imkan verir ki, təmizlənmiş su keyfiyyətli olsun. TDS 3 modern cihazının köməyi ilə təmizlənmiş suyun nisbi ölçüsü 17-40 tərtibində olur. Bu da içməli suyun normal dozasına uyğun gəlir. Bu qurğunun üstün cəhəti odur ki, sərf olunan elektrik enerjisi cüzi olur, qurğunun çəkisi azdır, həmçinin bu qurğu vasitəsilə dəniz suyunu da içməli hala gətirmək olur.

## **Ədəbiyyat siyahısı**

1. А.Д. Помогайло, А.С. Розенберг, И.Е. Уфлянд, Наночастицы металлов и полимеров, Москва «Химия» 2000г., стр.671.
2. Т.М. Каримов, Н.Ф. Казымов, С.Х. Алиева, М.Н. Муршудлу, Нанохимия, Баку, 2009г., стр. 200.
3. Дж.М. Мартинес-Дуарт, Р.Дж. Мартин-Палма, Ф.АВгулло-Руеда, Нанотехнологии для микро и оптоэлектроники, Техносфера, Москва, 2007г., 367.
4. Наноматериалы. Нанотехнологии. Наносистемная техника/под. ред. Мальцева П.П. М., Техносфера, 2006г., стр. 152.
5. Гусев А.И. Наноматериалы, наноструктуры, нанотехнологии, М. Физматлит, 2005г., стр. 410.
6. Андрейевский Р.Г., Рагуля А.В. Наноструктурные материалы М, Академия, 2005г., стр 179.
7. Сергеев Г.Б. Нанохимия. М. Изд: МГУ, 2003г., стр. 285.

## **СПОСОБ ОЧИСТКИ ВОДЫ**

**Сулейманлы А.А., Меликова Ахмедова Н.А., Ализаде Н.А.,  
Наджафова К.Н., Мирзоев В.С.**

*Научно-исследовательский институт аэрокосмической информации, НАА, г. Баку,  
nigarmelikovanm@gmail.com*

### **РЕЗЮМЕ**

В работе изучено устройство очистки воды на основе наночастиц серебра. Устройство представляет собой молекулы фуллерена обогащенная наночастиц серебра, которые помещается в углеродной нанотрубки. Идея заключается в том, чтобы очистить воду через этой трубку.

## **WATER PURIFYING METHOD**

**Suleymanli A.A., Melikova Ahmedova N.A., Alizadeh N.A., Najafova K.N., Mirzayev V.S**

*Scientific-Research Institute of Aerospace Information, NAA, Baku,  
nigarmelikovanm@gmail.com*

### **SUMMARY**

In the work studied water purification device based on silver nanoparticles. Device represents a fullerene molecule enriched with silver nanoparticles, which are placed in a carbon nanotube. The idea is to purify the water through this tube

## ИСТОРИКО-ГЕОГРАФИЧЕСКИЕ ЭТАПЫ ВОДОСНАБЖЕНИЯ АБШЕРОНСКОГО ПОЛУОСТРОВА ШОЛЛАРСКОЙ ВОДОЙ И ЕГО ВЛИЯНИЕ НА РАССЕЛЕНИЕ НАСЕЛЕНИЯ

Эфендиев В.А., Нагиев С.К., Гасаналиев А.А.

*Бакинский Государственный Университет*

Население Баку долго страдало от недостатка питьевой воды. Этим вопросом городская управа начала заниматься еще в восьмидесятых годах XIX века. Самое активное участие в изыскательских и строительных работах принимал Гаджи Зейналабдин Тагиев.

Вначале занялись поиском подходящего источника в окрестностях Баку, затем разведкой в Шемахинском уезде. Все старания оказались напрасными. В 1892-1893-м годах подготовили проект о сооружении Куринского водопровода, но городская управа отклонила проект ввиду его дороговизны. В конце концов были вынуждены построить установку на берегу Каспия для опреснения и очистки морской воды. В день опресняли до 30 тысяч ведер воды. Однако это не удовлетворяло потребность населения. К тому же, вода имела какой-то буровато-красный оттенок и была неприятной на вкус и запах. Поэтому горожане предпочитали пользоваться колодцами. Правда, и колодезная вода оставляла желать лучшего. Проведенные исследования показали, что из 800 колодцев лишь сто пригодны к употреблению, вода же в остальных 700 - «ужасная».

Причем, колодезная вода была очень жесткая. Как грозное предупреждение, в 1892-м году в городе разразилась эпидемия холеры. В 1898-м году вступила в строй вторая установка по очищению морской воды. Кроме этого, в город завозили баржами воду из Куры. Ведро такой воды стоило полкопейки. Позднее стали привозить воду с Волги. Эта вода стоила дороже - две копейки ведро. Бедняки предпочитали удовлетворять свои нужды колодезной водой, экономя на здоровье. В результате часто вспыхивали инфекционные заболевания. Власти регулярно проводили обеззараживание колодцев, а некоторые попросту засыпали землей. [9].

Пока население города было небольшим, вода в колодцах была чистой, но с его увеличением колодцы оказались тесно окруженными домашними пристройками, выгребными ямами и сточными канавами. Вода в некоторых из них постепенно сделалась заразной, и с каждым годом все чаще и чаще появлялись случаи заболевания холерой, дифтерией, скарлатиной, брюшным и сыпным тифом, порой принимая даже характер небольших эпидемий. [8].

Еще в конце 60-х годов XIX века были начаты первые изыскания пресной воды непосредственно в окрестностях города. В мае 1880 года Бакинская городская дума создала комиссию по изысканию воды. В ходе исследований, проведенных недалеко от древнего села Бузовна, на Загульбинском водном источнике, было установлено, что он дает всего лишь 30 тыс. ведер воды в сутки, а устройство самого водопровода длиной в 35 верст с небольшой насосной станцией обойдется городу в 500 тыс. рублей. По тогдашним ценам, это было бы нерентабельным.

В 1884 году проект водоснабжения города предложил горный инженер немец О.К.Ленц, получивший концессию на производство изыскательных работ на 14 месяцев на Абшере. Но найденная им у села Маштаги, где в сентябре 1885 года был заложен колодец "Маштаги бенд", вода оказалась непригодной, процент содержания в ней солей был значительно выше нормы.

Еще раньше, в сентябре 1879 года, на очередном заседании Бакинской городской думы городской голова С.Деспот-Зенович с обеспокоенностью отметил, что "недостаток воды дошел до высших пределов" и решительно потребовал от членов Думы поставить острый вопрос о водоснабжении в первую очередь. На том же



заседании выступил и Гаджи Зейналабдин Тагиев, являющийся тогда гласным Бакинской думы. По его личному предложению Дума постановила "ассигновать сумму в 1000 рублей в распоряжение городской управы на изыскание воды и вознаграждение за составления проекта будущего водопровода".

По согласованию всех членов Бакинской городской управы было решено создать новую комиссию и уже ей поручить провести в окрестностях Баку исследования в более больших масштабах. Руководить этими работами было поручено видному геологу Бецевичу. После детального обследования водоносных слоев комиссия дала отрицательную характеристику исследованиям как основного источника водоснабжения города Баку. В отчетах комиссии отмечалось, что количество подпочвенной воды, собранной в самом городе и его окрестностях, имеется только для домашнего потребления.

Решение же комиссии о нерентабельности дальнейших исследований в Баку и на Абшероне источников питьевой воды, в условиях бурно растущего города, его промысловых и промышленных объектов, естественно, заставило городские власти искать воду в более отдаленных местах.

В 1899-м году Гаджи Зейналабдин Тагиев заключил с иностранной фирмой договор на 25 тысяч рублей. Пригласил из Франкфурта-на-Майне известного инженера Вильяма Линдлея, который имел опыт прокладки водопровода в городах Европы. Он поручает Линдлею провести изыскательские работы и доводит до сведения городской управы, что водопровод будет проведен в любом случае -с помощью государственной казны или за его собственный счет. Линдлей находит в окрестностях Кубы, в 190 километрах от Баку, Шолларскую воду. По его расчетам, этой воды вполне достаточно для водоснабжения города. Члены городской управы с недоверием отнеслись к этой находке и постарались похоронить проект заживо. Но Тагиев встал на защиту проекта стеной: точно так же, как вечен Шахдаг со своим снегом и ледниками, вечна и вода Шолларского источника. А я не пожалею денег и сил, чтобы обеспечить родной город водой, даже если мне придется потратить все свое состояние.

Только в 1909 году Дума ходатайствовала о разрешении на выпуск облигационного займа для финансирования работ по строительству водопровода. Окончательно вопрос о постройке единственного в России по своей протяженности Баку-Шолларского водопровода был решен в городской Думе 5 мая 1909 года

Главным инженером строительства был назначен автор проекта В.В.Линдлей. Руководил постройкой специально созданный при управе под председательством городского головы "Отдел по постройке водопровода", начавший свою деятельность 1 мая 1909 года. Водопровод был рассчитан на суточную подачу воды в 3 миллиона ведер воды, при мощности каменного водовода на 6 миллионов ведер [8].

30 марта 1910 был заключен договор с инженером сэром Линдлеем, согласно которому город передавал ему общее руководство и контроль над подробным проектированием и сооружением нового водоснабжения Баку и его окрестностей, а также надзор за эксплуатацией водопровода и сопряженных с ним отраслей в течение года после введения воды в городскую сеть. В том же году сэр Линдлей совместно с приглашенными им специалистами незамедлительно приступил к производству изысканий и составлению детального проекта. Все работы велись настолько интенсивно и качественно, что уже к июлю были опубликованы условия договора на сдачу работ по всей постройке водопровода.

Началом работ по постройке водопровода следует считать момент заключения договора с фирмой "Гаффе и К" на исполнение бетонного водовода и захватных сооружений, то есть 14 февраля 1911 года. Согласно этому договору, подрядчик должен был всю принятую на себя работу закончить в течение 36 месяцев, считая с 15 февраля 1911 года, то есть к 15 февраля 1914 года. Одним из существенных вопросов,

касающихся будущего строительства, был вопрос приобретения земель. В связи с представленным Бакинской думой ходатайством император Николай II в январе 1912 года издал указ о переходе определенного количества земель в собственность города Баку.

Для строительства водопровода в Хачмазе был построен завод. Начало же строительства водопровода характеризовалось острой нехваткой рабочей силы. В основном работы велись вручную, условия труда были чуть ли не каторжными. При этом строителей косили различные болезни, в особенности одолевала малярия, истощение от тяжелого труда и плохого питания, были случаи травматизма и гибели людей. Приступив в марте 1912 года к производству бетонных труб по особой системе Джаггера, начали постройку особого бетонного водовоза по новейшей технологии - набивным способом.

К лету 1913 года подрядчиком были почти завершены работы по постройке двух тоннелей: Баладжарского и Атачайского, уложили напорный провод из чугунных труб диаметром 800 мм, сифонов и дуаров на пересечениях с оврагами и реками. Городское управление, усматривая чрезвычайную медлительность в производстве как бетонных работ, так и работ по бурению скважин, также принятых на себя подрядчиком обязательств, неоднократно, как нам рассказывают документы из фондов.

Помимо бетонного водовода и захватных сооружений для постройки водопровода, необходимо было построить резервуары для хранения воды, проложить городскую сеть и построить насосную станцию в местечке Сумгаит, с установкой и монтажом машин для перекачивания в город всего количества воды, поступающей из Шоллара.

Вопрос о машинах для насосной станции Сумгаит разрешен был Думой 19 февраля 1913 г. причем поставлено было передать заказ немецкой фирме "Ашерслебен" на заказ, доставку и установку трех двигателей системы "Дизель", мощностью 600 лошадиных сил каждый, соединенных с тремя плунжерными насосами, на общую сумму 360000 руб. На передачу заказа немецкой фирме было получено особое разрешение самого министра торговли и промышленности. Для устройства городской водопроводной сети 29 мая 1912 года Думой разрешено было произвести заказ чугунных труб. Заказ этот был передан Русскому горному металлургическому унию, причем количество труб определили в 846000 пудов. Средняя цена за 1 пуд с доставкой в Баку была 1 руб. 43 коп.

Вторично строительство водопровода притормозилось ввиду начала первой мировой войны, когда со стройки в армию были призваны почти все профессиональные специалисты, инженеры и техники. В этих непростых условиях Бакинская дума вновь обращается к правительству страны с просьбой освободить от призыва в армию строителей водопровода. Эта просьба была удовлетворена. После этого конторы по найму оказались как бы в осаде от желающих работать на прокладке водопровода на любых условиях.

В течение всего периода строительства Шолларского водопровода бакинское правительство заключило 35 крупных договоров и сделало свыше 170 существенных заказов, в том числе на постройку водопровода и уникальных захватных сооружений. К концу 1916 года строительство Баку-Шолларского водопровода, которое продолжалось почти 6 лет, в основном было завершено.

21 января 1917 года в Баку на Красноводской улице (ныне ул.С.Вургуна) появилась первая вода, а на второй день главный строитель Баку-Шолларского водопровода В.В.Линдлей в присутствии бакинского городского головы Л.Быга и множества других официальных лиц, гостей и прессы произвел выпуск Шолларской воды в главный напорный резервуар города, расположенный за Шемахинкой, который служит по сей день.

Вспоминая о грандиозности выполненных работ, В.Линдлей признавался: "Только в Западной Европе мною были проведены водопроводные и канализационные сооружения в 35 городах, но такой технически грандиозной работы и столь сложной, как постройка данного водопровода, на мою долю не выпадало". [8]

Во всех кварталах города были сооружены небольшие будки с куполами, куда подведен водопровод. К крану приставили служителей, которые должны были следить за распределением воды. Здания с куполами называли «Фонтанами». Учредили особые талоны на воду.

Один из основных фонтанов построили над родником «Нахыр-булаг», там, где брат бакинского хана Гусейнкули-хан казнил генерала Сисианова. Торжественная церемония открытия Бакинско-Шолларского водопровода состоялась у этого родника 18 февраля 1917 года. Почти весь город высыпал на улицы, чтобы принять участие в долгожданном празднике.

Тысячи людей заполнили площадь и ее окрестности. Чиновники гражданского и военного ведомства, члены городской управы стояли вокруг «Фонтана». Здесь же находилась местная знать - нефтепромышленники, миллионеры, именитые купцы и коммерсанты.

Церемония прошла весьма торжественно. Кази Мир Магомед Керим выступил перед собравшимися с Кораном в руках. Он напомнил, что вода явилась основой божественного мироздания, прочел благодарственную суру из Корана, помолился за здоровье государя-императора и членов царской фамилии. Поздравив горожан с завершением строительства водопровода, кази пожелал многие лета всем тем, кто приложил силы и средства к этому благородному делу, особенно отметив при этом заслуги Гаджи Зейналабдина Тагиева, которому и была доверена честь первому открыть кран. Эту честь Гаджи разделил со старым кузнецом, самоотверженно потрудившимся на прокладке водопровода, - мастером Агаджаве.

Вода в фонтаны подавалась три раза в день - утром, днем и вечером. В специальных будках и возле самих фонтанов продавались талоны (пете). В отдаленные кварталы города воду доставляли на арбах. В связи с окончанием строительства водопровода городская управа и сам Тагиев получили множество поздравительных телеграмм. Бывший председатель городской управы Раевский, переехавший на постоянное жительство в Петербург, отметил в посланной Гаджи Зейналабдину телеграмме, что четвертьвековые усилия Тагиева не пропали даром и что он от души поздравляет его с этим историческим для города событием.

И сегодня, спустя 100 лет со дня ввода в строй Баку-Шолларского водопровода, сотни тысяч жителей азербайджанской столицы ежедневно пользуются этой чистой родниковой водой, пришедшей в их дома из далеких горных родников, берущих свое начало в снежных высочайших вершинах Большого Кавказа. И мы должны быть бесконечно благодарны тем людям, которые, несмотря на все трудности, преодолели их, и мы, и наши потомки еще долго будем пользоваться результатами их героического труда.

### Список литературы

1. Аббасов З.К. Водоснабжение населенных пунктов Абшеронского полуострова, Баку 1973
2. Аскербейли Э.К., Попов А.П., Булатов Р.В., Кязимов С.М. Подземные воды северо-восточной части Азербайджана и перспективы их использования для водоснабжения, Москва 1974.
3. Ахмедзаде А. Гейдар Алиев и водное хозяйство Азербайджана, Баку 2003.
4. Генеральная схема Водоснабжения и Канализации Большого Баку, Том 3. Окончательный проектный отчет 1998 г. Montgomery Watson.

5. Маммедов А.Ш. Проблемы и перспективы управления водными ресурсами в Азербайджане, Баку 2011
6. Нагиев С.К. Расселение населения Большого Баку на современном этапе. Новосибирск 2011 г. с.202-206
7. Нагиев С.К. Исторические этапы развития водоснабжения Большого Баку и его влияние на расселение населения, 2014 г. с. 409-412.

## **ABŞERON YARIMADASININ ŞOLLAR SUYU ILƏ TACHIZATININ TARIXI-COĞRAFI MƏRHƏLƏLƏRİ VƏ ONUN ƏHALİNİN MƏSKUNLAŞMASINA TƏSİRİ**

**Əfəndiyev V.Ə., Nağıyev S.Q., Həsənəliyev Ə.Ə.**

*Bakı Dövlət Universiteti*

### **XÜLASƏ**

Bakı əhalisinin uzun illər içməli su sıradan əziyyət çəkirdi. Suyu olan tələbat əsasən quyu suları hesabına ödənilirdi ki, bu suların keyfiyyəti qənaətbəxş hesab olunmurdu. Neft sənayesinin inkişafı ilə şəhər əhalisinin artması içməli su problemini daha kəskin artırırdı. Əhalinin içməli suya olan ehtiyacını ödəmək üçün barjalarla su Kür və Volqa çaylarından gətirilirdi ki, bu da çox baha başa gəlirdi. Problemin həlli yolları tapmaq üçün 1880-ci ildə Bakı Duması xüsusi komissiya yaradır. Dumanın iclasında çıxış edən Hacı Zeynalabdin Tağıyev su kəmərinin tikintisi üçün maliyyə dəstəyini təklif edir.

Uzunluğuna görə Rusiyada yeganə olacaq Bakı-Şollar kəmərinin tikintisi barədə qərar 1909-cu ildə Duma tərəfindən qəbul edilir. 1916-cı ilin sonlarında tikintisi təxminən 6 il davam edən Bakı-Şollar su kəmərinə işlər yekunlaşdırılır. 1917-ci ilin yanvar ayının 21-də Bakı şəhərinə ilk su verilir.

## **HISTORICAL AND GEOGRAPHICAL STAGES OF THE WATER SUPPLY OF THE ABSHERON PENINSULA WITH SHOLLAR WATER AND ITS IMPACT ON THE RESETTLEMENT OF THE POPULATION**

**Efendiyev V.A., Nagiyev S.K., Hasanaliyev A.A.**

*Baku State University*

### **SUMMARY**

Citizens of Baku had problems with potable water for many years. Water demand covered by the underground waters, but quality of this water wasn't good quality. With development of oil industry water demand of Baku citizens increased. For distribution of water citizens transferred waters with barges from Kura and Volga river, and it's base cost was too expensive. To solve this problem in 1880 were established new commission by Baku Duma. In this meeting Haji Zeynalabdin Taghiyev offered his financial support for this project.

Decision related building of Baku-Shollar pipeline decided by Baku Duma in 1909. After 6 year construction at the end of 1916 Baku-Shollar pipeline was finished. On 21 of January 1917 first water supplied to Baku by this way.

## SUYUN TƏMİZLƏNMƏSİNDƏ NANOTEKNOLOGİYANIN ROLU

**Zeynalova S.M., Mirzəyev V.S., Muradov E.Q., Əyyubova G.Ş.,  
Musayeva A.K., Aralis S.V**

*Elmi-Tədqiqat Aerokosmik İnformatika İnstitutu, MAKİA,  
vugar.m.s@mail.ru*

Bu gün insanların çoxu səhvən elə hesab edirlər ki, quyulardan çıxan sular təmizdir və onları içmək olar. TDS-3 cihazı (şəkil 1) vasitəsilə apardığımız ölçmələrdən belə nəticə çıxarmaq olar ki, bir çox quyulardan



Şəkil 1. TDS-3 cihazı

çıxarılan suları təmizləməyə ehtiyac vardır. Cədvəl 1-də su çeşidləri və cihazın göstərişləri verilmişdir.

Cədvəl 1.

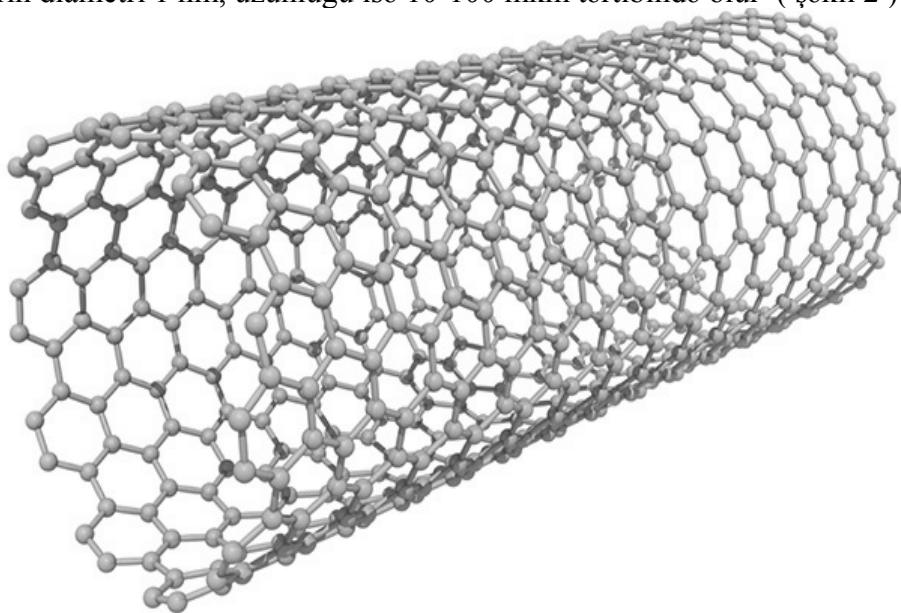
Su çeşidləri və cihazın göstərişləri

TDS göstərişləri	Su çeşidləri	Sinifi
0-17	Yumşaq su	1.Sınıf su (qaynaq su)
17-60	Az sərt su	2.Sınıf su (şəbəkə suyu)
60-120	Orta sərt su	3.Sınıf su (diqqət içilməz)
120-180	Sərt su	4.Sınıf su (diqqət içilməz)
180-300	Çox sərt su	
300-1000	İçilməz su	
1000-5000	Acı su	
5000-15000	Çox acı su	
15000-30000	Duzlu su	
30000-∞	Dəniz suyu	

Mağazalarda satılan bir çox sular (Vita 1000-dən başqa) da demək olar ki, 100% içməyə yararlı deyildirlər. İlk ölçmələr zamanı Vita 1000 suyunda nisbi göstərici 28 olduğu halda, təkrar yoxlama zamanı bu göstərici 275 olmuşdur.

Nəzərə alsaq ki, insan bədəni 80% sudan ibarətdir, onda sağlamlığa nə qədər ziyan dəyməsini təsəvvür edə bilərik. Keyfiyyətsiz su insanlardan başqa onların istifadə etdikləri texniki qurğu və cihazları, məişətdə istifadə etdiyi texnikaları çayniqləri, qabyuyan və paltaryuyan maşınları da xarab edir. Evlərdə su borularının tutulmasına da səbəb məhz bu sulardır. Quyu suları çıxarkən bizə elə gəlir ki, təmizdir. Əslində isə mineral duzlar və elementlər (məsələn dəmir-Fe) suda həll olunmuş halda olurlar. Vaxt keçdikcə Fe hava ilə təmasda olduğundan oksidləşir və su narıncı rəngə çalır. Dəmirin suda normal dozası 0,3 mq/l-dir. Bu normadan yuxarı doza olarsa, artıq su içməli olmur. Suda minerallaşmanın dozası 1000 mq/l-ə bərabər olmalıdır, əgər bu dozayı keçərsə artıq içməli olmur. Əgər nəzərə alsaq ki, belə sularda natrium (Na) ionlarının konsentrasiyası çoxdur bu təzyiqi yüksək olan insanlar üçün təhlükəlidir. Suyun sərtliyi onda olan maqnezium və kalsium ionlarının konsentrasiyasından asılıdır. Əgər bu norma 7 mq-ekv/l keçərsə insanlarda böyrək daşları yarana bilər, həm də istifadə etdiyimiz məişət əşyalarında ərp yarana bilər. Suda nitratların miqdarı artıq olarsa bu ürək damar sistemlərinə mənfi təsir göstərir. Suda nitratların norması yeni doğulmuş uşaqlar üçün 10 mq/l, böyüklər üçün isə 45 mq/l-dir. Suda üzvi birləşmələrin olması endokrin sistemə çox pis təsir göstərir. Suyu təmizləmək üçün filtrlərdən istifadə edirlər. Lakin zəhərli komponentlərin ölçüləri kiçik olduqca bu filtrlərin effektivliyi az olur.

Effektivliyin artırılmasının yeganə çıxış yolu nanotexnologiyanın nailiyyətlərindən istifadə etməkdir. Nanotexnologiyada ən perspektivli istiqamətləri karbon nanoboruları ilə əlaqələndirirlər. Karbon nanoboruları yalnız karbon atomlarından ibarət karkaslı quruluşlardır. Karbon nanoborularını qrafitin bir molekulyar təbəqəsinin, yəni qrafenin boru şəklində bükülməsi kimi təsəvvür etmək olar. Nanoborularda milyondan çox karbon atomları olur. Onların diametri 1 nm, uzunluğu isə 10-100 mkm tərtibində olur (şəkil 2)



Şəkil 2. Nanoboru

NB-lar ( nanoboru ) insan saçından 100 000 dəfə nazikdir, 50 dəfə poladdan möhkəmdir, sıxlığı isə 6 dəfə kiçikdir, Yunq modulu karbon liflərindən 2 dəfə yüksəkdir. Kütləsi 1 qram olan nanoboru 500 m<sup>2</sup> sahəyə ( səthin sahəsi ) malikdir. Qalınlığı 1 mm olan nanoboru 20 ton yükə davam gətirir. Xarici təsir nəticəsində kritik qiymətdən böyük olduqda belə sınırmır, cırılmaz, formasını dəyişərək yenidən düzülür. Unikal xüsusiyyəti odur ki, ona – 1,7 V gərginlik verdikdə su ondan keçir, zəhərli üzvi molekullar, metalların toksiki ionları, viruslar, bakteriyalar isə keçə bilmir.

İndiki zamanda bir milyarddan çox insan su çatışmazlığından əziyyət çəkir. 2025 – ci ilə qədər bu rəqəmin 2 dəfə artması gözlənilir.

Məhz nanoboruların yuxarıda göstərilən xüsusiyyətlərindən istifadə etməklə onu suyun təmizlənməsində istifadə etmək olar. Nanoborulardan istifadə etməklə su olmayan, lakin bulud olan yerlərdə buluddan içməli su hasil etmək də mümkündür, hətta dəniz suyunu da içməli vəziyyətə gətirmək olar.

Ölkəmizdə, eləcə də MDB məkanında nanohissəcik, yaxud nanoboru almaq üçün bir dənə də olsun sənaye qurğusu yoxdur. Lakin tərəfimizdən plazma qurğusu yaradılmışdır ki, onun vasitəsilə istənilən metalın nanohissəciyini, eləcə də nanoboruları istənilən ölçüdə almaq mümkündür. Nanohissəciklərin və nanoboruların alınmasının ən mükəmməli elektrik qövsü plazma üsuludur ki, bunun da əsasını plazma reaktoru təşkil edir. Əksər plazma reaktorlarının iş prinsipi eynidir. Belə ki, odadavamlı materialdan hazırlanan katod ilə intensiv soyudulan anod arasında elektrik qövsü yaradılır. Sonra bu qövsdən plazmayaradıcı maddələr olan işçi cisimlər buraxılır. İşçi cisim hava, su buxarı, arqon, helium və s. ola bilər. Yekunda işçi cisimlər ionlaşaraq maddənin dördüncü aqrekat halı olan plazmanı yaradırlar.

Plazma qurğusu plazma reaktorundan və kimyəvi reaksiya məhsullarını stabiləşdirən kameradan ibarətdir. Reaktorda aşağı temperaturlu plazmada elektronların və ionların enerjisi plazma yaradan qazların hissəciklərinin effektiv ionlaşma enerjisindən kiçikdir. Aydınır ki, belə şəraitdə kimyəvi reaksiyanın sürəti daha böyük olur, bu isə plazma qurğusunun ölçülərini kiçiltməyə imkan verir. Bizim yeni qurğuda plazma qurğusunun ölçüsü 2 dəfə kiçikdir. Qaz fazasından plazmokimyəvi çökdürmə üsulunda qazşəkilli karbon mənbələri ( metan, asetilen yaxud karbon monooksid) hər hansı yüksək enerji mənbələrinin təsirinə məruz qalır və molekulu atomlara parçalayır. Parçalanmış atomlar katalizatorlarla örtülmüş isti altlığa çökdürülür. Katalitik plazmokimyəvi çökdürmə üsulundan istifadə etməklə nanoborunun diametrinə və yaranma sürətinə nəzarət etmək olar. Katalizator hissəciyinin diametrindən asılı olaraq bir və ya çoxsaylı nanoboru almaq olar.

#### **Ədəbiyyat siyahısı**

1. Сергеев Г.Б. Нанохимия, Изд. МГУ, 2003, стр, 285.
2. Пул 4., Оуэнс Ф. Нанотехнологии, М, Техносфера, 2004 г, стр 327.
3. Т.М. Каримов, Н.Ф. Казымов, С.Х. Алиева, М.Н. Муршудлу, Нанохимия, Баку, 2000 г, стр 200.

#### **РОЛЬ НАНОТЕХНОЛОГИИ ДЛЯ ОЧИСТКИ ВОДЫ**

**Зейналова С.М., Мирзоев В.С., Мурадов Э.Г., Аййубова Г.Ш., Мусаева А.К., Аралис С.В.**

*Научно-исследовательский институт аэрокосмической информации, НАА, г. Баку,  
vuqar.m.s@mail.ru*

#### **РЕЗЮМЕ**

На работе показано эффективный метод очистки воды. Было определено, что с помощью использования нанотрубок возможно эффективно очистить воду. Также описано принцип работы плазменной установки для получения нанотрубок.

#### **ROLE OF NANOTECHNOLOGY TO PURIFY WATER**

**Zeynalova S.M., Mirzayev V.S., Muradov E.Q., Ayyubova G.Sh., Musayeva A.K., Aralis S.V**

*Scientific-Research Institute of Aerospace Information, NAA, Baku,  
vuqar.m.s@mail.ru*

#### **SUMMARY**

On paper it was shown an effective method of water purification. Determined that via use of nanotubes it's possible to effectively purify water. Also described working principle the plasma unit to produce nanotubes.

## XƏZƏR DƏNİZİ SUYUNUN TERMİKİ BUXAR KOMPRESSİYALI ŞİRİNLƏŞDİRMƏ TEXNOLOGİYASI

**Çopsiyev R.R., Ağamaliyev M.M., Məmmədbəyova R.H.**

*Azərbaycan Dövlət Neft və Sənaye Universiteti , Bakı şəhəri ,  
reshad.chopsiyev@gmail.com*

Dünyanın bir çox ölkələrində olduğu kimi Azərbaycan Respublikasında da içməli su çatışmamazlığı problemi yaşanır. Cənub qafqaz respublikaları arasında ən az şirin su ehtiyatları olan ölkə Azərbaycandır. Bu su mənbələri də respublikamızdan kənarda formalaşır. Xüsusən son illər su probleminin kəskinləşməsi, əhəlinin sayının artması, iqtisadiyyatın sürətlə inkişafı və mövcud içməli su mənbələrinin çirklənməsi ilə əlaqədardır. Bununla bərabər respublikada olan içməli suyun ( Ceyranbatan , Kür , Şollar və.s ) böyük bir hissəsi texniki məqsədlər üçün istifadə olunur. Belə şəraitdə, dünya praktikası göstərdiyi kimi, ehtiyatları praktiki tükənməz olan dəniz və okean sularının yumşaldıldıqdan və şirənləşdirildikdən sonra texniki məqsədlər və içməli su hazırlamaq üçün istifadəsi aktualdır.

Hal-hazırda çoxsaylı şirənləşdirmə texnologiyaları olsada onlardan ən geniş yayılanı əks osmos və termiki şirənləşdirmə texnologiyalarıdır. Bunların hər birinin üstün və çatışmayan cəhətləri vardır. Ədəbiyyatlarda göstərilir ki, kiçik və orta məhsuldarlıqlı şirənləşdirmə qurğularının (3000-10000 t/sutka) yaradılması üçün kiçik enerji sərfi baxımından termiki buxar kompressiyalı şirənləşdirmə texnologiyası daha əlverişlidir. Bu texnologiya hazırda üstünlük təşkil edən əks osmos şirənləşdirmə texnologiyası ilə rəqabət etmə qabiliyyətinə malikdir[1]. Qazaxstanın Aktava şəhərində son 10 il ərzində İsrail və Fransa şirkətləri tərəfindən iki termiki buxar kompressiyalı şirənləşdirmə qurğuları inşa edilmişdir. Amma bu qurğularda suyun maksimal qaynama temperaturu birinci pillədə 90 °C artıq götürülmür, sonuncu pillədən üflənən suda isə duzların konsentrasiyası 30-40 qr/l-lə məhdudlaşdırılır. Əks halda qızma səthləri üzərində çox çətin təmizlənən sulfat ərpi ( $\text{CaSO}_4$ ) yaranır.

Xəzər dənizi suunun Na-kationlaşdırma və nanosüzülmə üsulları ilə yumşaltmaqla, sulfat ərpinin qarşısını almaq imkanını nəzərə alaraq maksimal qaynama temperaturunu 150 - 180 °C buxarlanma mislini isə 5-10 həddinə qədər artırmaq imkanları yaranır [2]. Na-kationlaşmış dəniz suyunun yüksək temperaturlu termiki buxar kompressiyalı sisteminin tədqiqi məsələsinə [3]-də baxılmışdır.

İşin məqsədi nanosüzülmə üsulu ilə yumşaldılmış və sulfatsızlaşdırılmış dəniz suyunda işləyən yüksək temperaturlu termiki buxar kompressiyalı şirənləşdirmə sisteminin tədqiqindən ibarətdir.

Təklif edilən sistemin texnoloji sxemi şəkil 1-də verilmişdir. Sxemə əsasən şəffaflaşdırılmış dəniz suyu nasos (1) vasitəsi ilə (2) , (3) istilik dəyişdiricilərindən keçdikdən sonra iki hissəyə ayrılır. Bir hissəsi yenidən dənizə qaytarılır, qalan hissəsi isə nanosüzülmə modulunun (4) bəsləyici suyu kimi istifadə edilir. Bu mərhələdə alınan permeat (yumşaldılmış, sulfatsızlaşdırılmış və qismən duzsuzlaşdırılmış dəniz suyu) (5) istilik dəyişdiricisində buxarın istiliyi hesabına qızdırıldıqdan sonra (6) üfüqi borulu buxarlandırıcıya verilir. Eyni zamanda buxarlandırıcının qızdırıcı bölməsinə (7) ejektorda sıxılmış qızdırıcı buxar verilir və onun hesabına dəniz suyu buxarlanır. Alınan buxarın bir hissəsi ejektora, qalan hissəsi isə (3), (5) istilik dəyişdiricilərinə verilir. Bu istilik dəyişdiricilərində alınan distillyat (2) istilik dəyişdiricisində 30°C kimi soyudulur və (8) xətti ilə şirənləşdirilmiş su tələbatçısına verilir, (9) xətti ilə buxarlandırıcıdan üflənən su, soyuducu su və nanosüzülmə mərhələsinin konsentratı dənizə axıdılır.

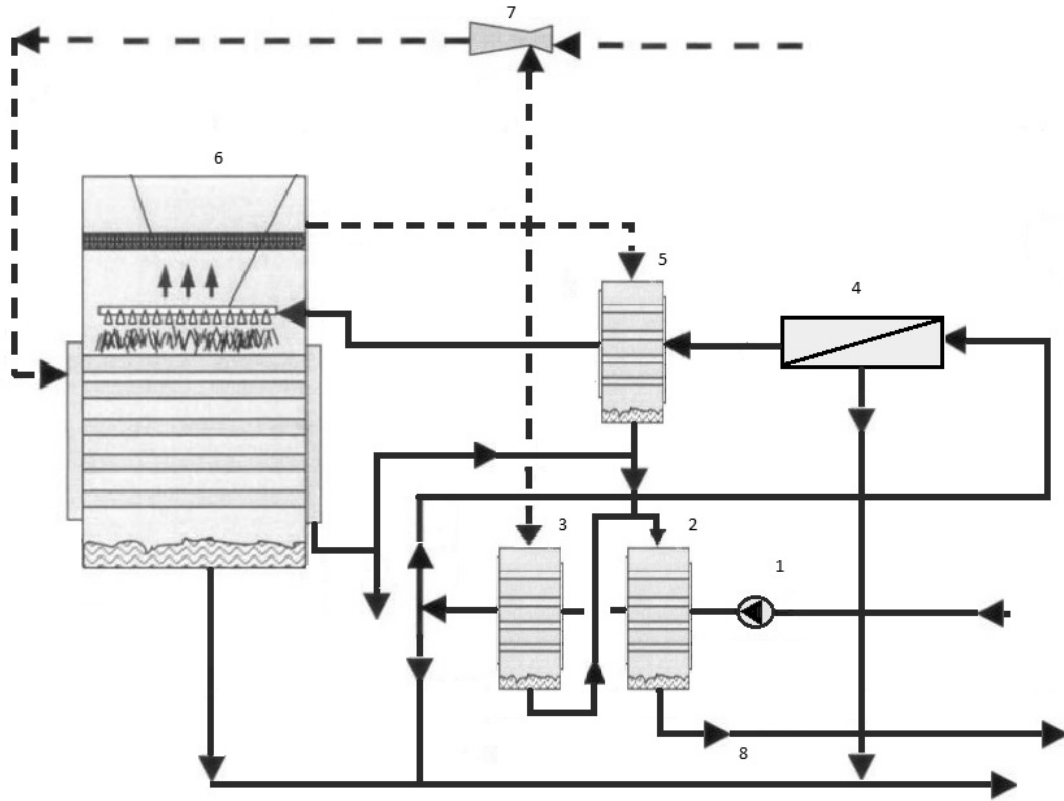
Tədqiq edilən sxemin riyazi modelinə maddi balans, istilik balans, gizli buxarlanma , istilik ötürmə, temperatur depresiyası və digər tənzimlər daxil edilmişdir [3]. Sistemin əsas girişi (idarə olunan) dəyişən olan suyun maksimal buxarlanma temperaturunu qiymətləndirmək üçün buxarlandırılan məhlulda kalsium və sulfat ionlarının aktiv konsentrasiyalarının



hasilinin həmin duzun həllolma hasilinin 90% -nə bərabərliyi şərtindən aşağıdakı riyazi ifadə alınmışdır:

$$T_b = (-\lg(S_{Ca} \cdot S_{SO_4} \cdot f_2^2 \cdot m^2) - 3.631) \cdot 60.95 \quad ^\circ\text{C}$$

Burada  $S_{Ca}$  və  $S_{SO_4}$  - buxarlandırıcının bəsləyici suyundakı Ca və  $SO_4$  ionlarının ümumi konsentrasiyalarıdır, mol/l ;  $f_2$  – iki valentli ionların aktivlik əmsalındır (Debay-Hückel düsturu əsasında təyin edilir) ;  $m$  – suyun buxarlanma mislidir.



Şəkil 1. Nanosüzülmə üsulu ilə emal olunmuş dəniz suyunun termiki buxar kompressiyalı şirənləşdirilmə sxemi.

Sxemdən göründüyü kimi, buxarlandırıcı nanosüzülmə mərhələsinin permeatı ilə bəslənir. Nanosuzulmə üsulu ilə emal olunmuş Xəzər dənizi suyunun (permeatın) ion tərkibi [4] əsasən aşağıdakı kimi qəbul edilmişdir (mq/l) :  $[Na^+] = 1320$  ;  $[Ca^{2+}] = 44,5$  ;  $[Mg^{2+}] = 85$  ;  $[CO_3^{2-}] = 3,7$  ;  $[HCO_3^-] = 55,9$  ;  $[Cl^-] = 2292$  ;  $[SO_4^{2-}] = 45,3$  ; ümumi duzluluq – 3847 mq/l.

Gətirilən düstur əsasında buxarlanma mislinin maksimal qaynama temperaturuna təsiri tədqiq edilmişdir. Alınan nəticələr cədvəl 2 –də verilmişdir.

Cədvəl 2.

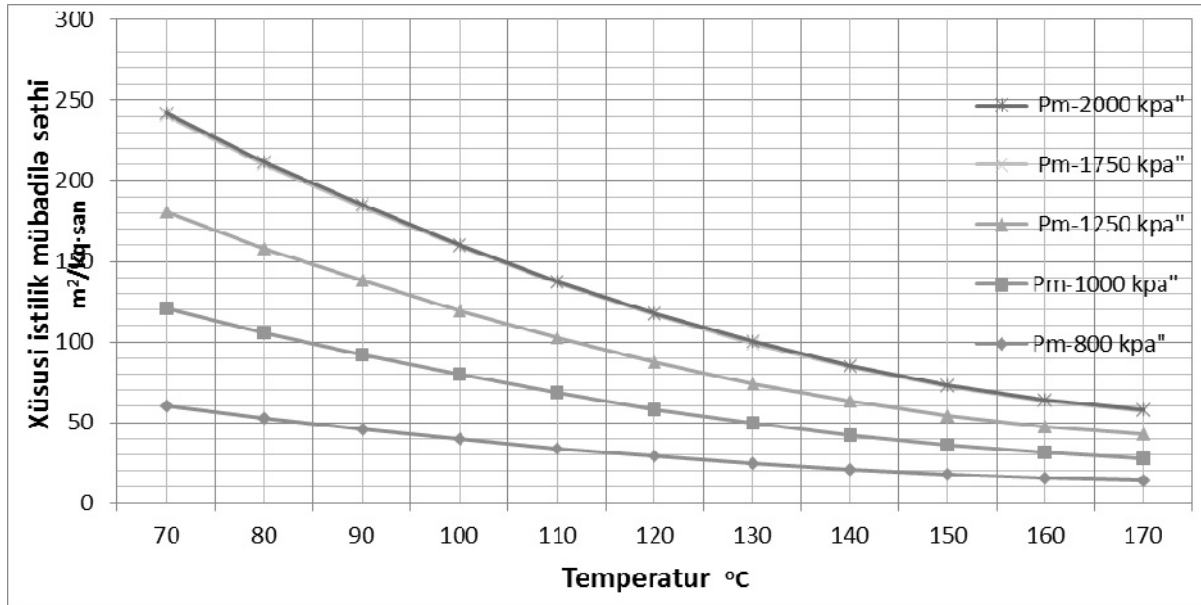
Qaynama temperaturunun buxarlanma mislindən asılılığı.

m	2,5	5	7,5	10	12,5	15	17,5	20
$T_b$	175	152	139	129	122	116	111	106

Alınan nəticələrdən görünür ki, nanosüzülmə üsulu ilə emal olunmuş Xəzər dənizi suyu, kalsium sulfat ərpinin yaranmaması ilə, yüksək temperatur və buxarlanma mislində termiki üsulla şirənləşdirilə bilər. Buna əsaslanaraq aşağıda sistemin əsas giriş (idarə olunan ) dəyişənlərinin çıxış dəyişənlərinə tədqiqinin nəticələri verilir. Birpilləli qurğunun giriş dəyişənləri və onların dəyişmə diapazonları belə qəbul olunmuşdur:

- Qaynama temperaturu ( $T_b = 70-170\text{ }^{\circ}\text{C}$  ) ;
- Sıxıcı buxarın təzyiqi ( $P_m = 800-2000\text{ kPa}$  ) ;
- Ejektorda buxarın sıxılma dərəcəsi ( $Cr = 2-5$  );
- Suyun buxarlanma misli ( $m = 2-5$  );

Çıxış dəyişənləri kimi hesablanmışdır : buxarlandırıcının və istilik dəyişdiricilərin xüsusi istilik mübadilə səthi ( $sA$  ,  $\text{m}^2/\text{kq}\cdot\text{san}$  ) ; soyuducu suyun xüsusi sərfi ( $sM_{cw}$  ,  $(\text{kq}/\text{san})_{ss}/(\text{kq}/\text{san})_{dis}$  ) ; xüsusi istilik sərfi ( $g$  ,  $\text{kVt}\cdot\text{saat}/\text{m}^3$  ) ; 1 kq sıxıcı buxarın hesabına alınan distillatın miqdarı ( $PR$  – performance ratio ) . Hesablamaların bəzi nəticələri şəkil 2-4-də verilmişdir.



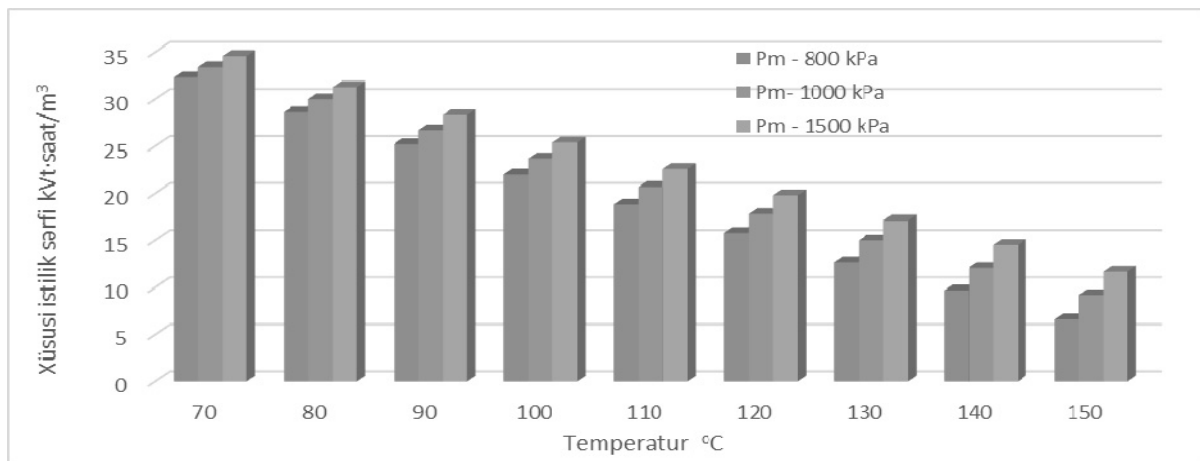
Şəkil 2. Xüsusi istilik mübadilə səthinin qaynama temperaturundan və sıxıcı buxarın təzyiqindən asılılığı ( $m = 3$  ,  $Cr = 2.5$  )

Şəkil 2-dən göründüyü kimi buxarlanma temperaturunun artırılması buxarlandırıcı və istilik dəyişdiricilərin xüsusi istilik mübadilə səthini orta hesabla 3 dəfə azaldır. Bu səthin əsas hissəsi buxarlandırıcının payına düşür və azalması istilik ötürmə əmsalının artması ilə izah olunur.

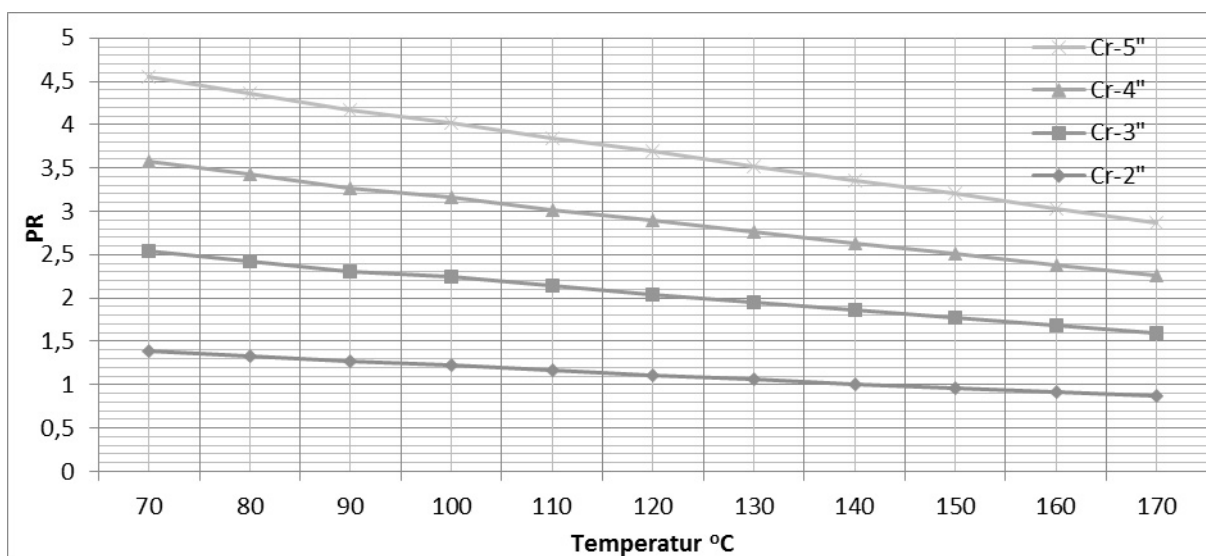
Qaynama temperaturunun artırılması xüsusi enerji sərfinin azalması üçün səbəb olur (Şəkil 3). Bu göstərici  $10-12\text{ kVt}\cdot\text{saat}/\text{m}^3$  - dək azalır ki, buda dünyada geniş istifadə edilən əks-osmos texnologiyasının enerji sərfinə yaxındır. Gətirilən müqayisədə nəzərə alırıq ki, Xəzər dənizi suyunun əks-osmoslu şirinləşdirməsinə çəkilən enerji sərfi  $2-3\text{ kVt}\cdot\text{saat}/\text{m}^3$  təşkil edir. Amma bu elektrik enerjisi. Kondensasion elektrik stansiyalarının faydalı iş əmsalının 33-35% olduğunu nəzərə alsaq müvafiq istilik enerji sərfi  $6-9\text{ kVt}\cdot\text{saat}/\text{m}^3$  təşkil edəcəkdir.

Şəkil 4-də verilmiş bir kq sıxıcı buxarın hesabına alınan distillyatın sərfini xarakterizə edən  $PR$  göstəricisinin qaynama temperaturundan və buxarın sıxılma dərəcəsi ilə asılılığını qrafikindən belə nəticəyə gəlmək olar ki, qaynama temperaturu artdıqca və buxarın sıxılma dərəcəsi azaldıqca  $PR$  göstəricisi azalır. Bu onunla izah olunur ki, kiçik temperaturlarda eyni miqdarda buxarı sıxmaq üçün daha az sıxıcı buxar tələb olunur. Çünki temperatur artdıqca eyni temperaturlar fərqi təzyiqlər fərqi azalır.

Sonda qeyd etmək lazımdır ki, Aktau şəhərində istismar edilən beşpilləli termiki distillyasiya qurğusunda termiki buxar kompressiya üsulundan istifadə edildikdə sulfat ərpi probleminə görə birinci pillədə qaynama temperaturu  $90\text{ }^{\circ}\text{C}$ , sonuncu pillədə  $40\text{ }^{\circ}\text{C}$  götürülür və ümumi temperatur basqısı  $50\text{ }^{\circ}\text{C}$  təşkil edir.



Şəkil 3. Xüsusi istilik sərfinin qaynama temperaturundan və sıxıcı buxarın təzyiqindən asılılığı ( $m=3$ ,  $Cr=2.5$ )



Şəkil 4. Sıxıcı buxara görə distillyatın çıxımının qaynama temperaturundan və sıxılma dərəcəsindən asılılığı ( $m=3$ ,  $P_m=800$  kPa)

Təklif edilən texnologiya birinci pillədə qaynama temperaturunu  $140-150^{\circ}\text{C}$  çatdırmaqla eyni qurğunun məhsuldarlığını təxminən iki dəfə artırmağa və şirinləşdirilmiş suyun maya dəyərini əhəmiyyətli dərəcədə azaltmağa imkan verir. Amma bu o halda əlverişli olar ki, nanosüzülmə mərhələsinə çəkilən xərclər böyük olmasın. Bu məsələlər gələcək tədqiqatların mövzudur.

#### Ədəbiyyat siyahısı

1. Robert Y.Ning . Desalination Updates. Published Ave4eva. 2015 , 302 p.
2. H.Q.Feyziyev, G.H.Hüseynova. Dəniz və duzlu suların şirinləşdirilməsi. Bakı "Xəzər" universitetinin nəşriyyatı. 2016 , 266 s.
3. R.R.Çopseyev, M.M.Ağamaliyev. Dəniz suyunun termiki buxar kompressiyalı şirinləşdirmə texnologiyasının riyazi modeli. "İstilik energetika qurğularının tullantılarından ətraf mühitin mühafizəsinin mühəndis problemləri" mövzusunda beynəlxalq elmi konfransı materialları , Bakı , 2016. 15-16 dekabr , s. 99-104.
4. Агамалиев М.М., Бабаев А.М., Мамедбекова Р.Г., Ализаде А.С. Наночистота - как новый метод предотвращения накипобразования в системах опреснения минерализованных вод. Проблемы энергетики N.1 , 2011, Баку, с. 92-104.

## **ТЕХНОЛОГИЯ ПАРОКОМПРЕССИОННОГО ОПРЕСНЕНИЯ ВОДЫ КАСПИЙСКОГО МОРЯ**

**Чопсиев Р.Р., Агамалиев М.М., Мамедбекова Р.Г.**

*г. Баку, reshad.chopsiyev@gmail.com*

*Азербайджанский Государственный Университет Нефти и Промышленности*

### **РЕЗЮМЕ**

Показано, что среди термических методов опреснения парокompрессионная технология характеризуется низкими энергозатратами. Для дальнейшего совершенствования этой технологии обоснована целесообразность организации процесса при более высоких параметрах, чем это практикуется в действующих установках. В этой связи исследована технология высокотемпературного опреснения каспийской воды. Для решения проблемы сульфатного накипеобразования предложено использовать ионообменное или нанофильтрационное умягчение.

## **TECHNOLOGY VAROP COMPRESSION DESALINATION OF WATER OF CASPIAN SEA**

**Chopsiev R.R., Agamaliyev M.M., Mamedbekova R.H.**

*Azerbaijan State Oil and Industry University, Baku, reshad.chopsiyev@gmail.com*

### **SUMMARY**

It is shown, that among thermal methods desalination varop compression the technology is characterised by low power inputs. For the further perfection of this technology the expediency of the organisation of process is proved at higher parametres, than it practises operating installations. Thereupon the technology high-temperature desalination the Caspian water is investigated. For the decision of a problem sulphatic scale formation it is offered to use ion-exchange or nanofiltration softening.

# **AZƏRBAYCANDA HİDROTEKNİKİ QURĞULARIN VƏ MÜHAFİZƏ BƏNDLƏRİNİN TƏBİİ FƏLAKƏTDƏN QORUNMASI VƏ SƏMƏRƏLİ ƏRAZI TƏŞKİLİNDƏ DÖVLƏT PROQRAMLARININ ƏHƏMİYYƏTİ**

**Paşayev N.Ə.**

*AMEA, akad. H.Ə.Əliyev adına Coğrafiya İnstitutu,  
pasayevneriman@mail.ru*

Azərbaycanda iqtisadi inkişaf strategiyasının davam etdirilməsi təsərrüfat sahələrinin potensial imkanlarının daha da yüksəlməsinə imkan vermiş və nəticədə respublikada dayanıqlı və sabit iqtisadi sistem formalaşmışdır.

Azərbaycan Respublikası regionlarının sosial-iqtisadi inkişafına istiqamətlənmiş Dövlət Proqramlarında (2004-2008 və 2009-2013-cü illər) nəzərdə tutulmuş tədbirlərin uğurla yerinə yetirilməsi ölkə iqtisadiyyatının diversifikasiyasını təmin etmiş, qeyri-neft sektorunun dayanıqlı inkişafı, prioritet sahələrə iri həcmli investisiyaların yönəldilməsi regionlarda müasir infrastruktur layihələrinin reallaşdırılması, Azərbaycanda hidrotexniki qurğuların və mühafizə bəndlərinin təbii fəlakətdən qorunması və səmərəli ərazi təşkili, istehsal və emal müəssisələrinin fəaliyyətə başlaması üçün zəmin yaratmışdır. O cümlədən, ətraf mühitin mühafizəsi və insanların sağlam təbii mühitdə yaşamaları, təbii sərvətlərdən xalqın rifahının yaxşılaşması naminə istifadəsi məsələləri ölkədə aparılan sosial-iqtisadi islahatların tərkib hissəsindən biridir. Bu səbəbdən Azərbaycan Respublikasının Prezidenti İlham Əliyevin təşəbbüsü ilə 2010-cu il “Ekologiya ili” elan edilmişdir. Ölkədə ətraf mühitin mühafizəsinə dair 25-dən çox qanun qəbul olunmuş, ətraf mühit və təbiətdən istifadə ilə bağlı Azərbaycan 20-dən çox beynəlxalq konvensiyaya və razılaşmaya qoşulmuşdur. Təbii mühitin tarazlığının qorunması, əhalinin təmiz suya və təmiz havaya olan ehtiyaclarını ödəmək və onları hər cür təbii və texnogen qəzalardan mühafizə etmək məqsədilə ölkədə bir sıra tədbirlər həyata keçirilmişdir.

Ölkə iqtisadiyyatının sürətli inkişafı əhalinin, təsərrüfatın transsərhəd çayların və ətraf mühitin təbii və texnogen proseslərdən mühafizəsi problemlərinin həlli sahəsində Azərbaycan Respublikası regionlarının sosial-iqtisadi inkişafı haqqında Dövlət Proqramları (2004-2008 və 2009-2013, 2014-2018-ci illər) qarşıdakı illərdə aşağıdakı tədbirlərin bir hissəsinin həyata keçirilməsini reallaşdırmışdır :

- Azərbaycanın dağ çaylarında sahilbərkitmə işlərinin yerinə yetirilməsi;
- Kür və Araz çaylarının yatağının dərinləşdirilməsi, sahilbərkitmə işlərinin davam etdirilməsi və hidroloji monitorinq sisteminin təkmilləşdirilməsi;
- bütün region və bölgələrdə hidrotexniki qurğuların, su bölüşdürən şlüzlərin və kommunikasiya xətlərinin yenilərinin yaradılması və köhnələrinin bərpası;
- regionlarda və ayrı-ayrı bölgələrdə təbii fəlakətlə mübarizədə meşəbərpa və meşəsalma tədbirlərinin davam etdirilməsi;
- torpaqların eroziyasına və şoranlaşmasına qarşı tədbirlərin görülməsi;
- ekoloji təbliğat və maarifləndirmə tədbirlərinin gücləndirilməsi, tədris müəssisələrində ekoloji təhsilə daha geniş yer ayrılması [1; 12].

2004-2008-ci illərdə birinci və 2009-2013-cü illərdə ikinci Dövlət Proqramlarında Respublika ərazisində əsasən təbii fəlakət kimi “sel probleminə”, selli çayların hövzəsində sahilbərkitmə işlərinə və qismən Kür və Araz çaylarında daşqın və subasmaya diqqət ayrılmışdır. Xüsusilə, 2004-2008-ci illərdə ölkədə klassik sel regionu kimi tanınan Şəki-Zaqatala iqtisadi-coğrafi rayonunun Balakən bölgəsində əhalinin sel sularından təhlükəsizliyinin qarşısının alınması üçün 4,3 km uzunluğunda və 59,5 min m<sup>3</sup> həcmdə sahilbərkitmə işləri yerinə yetirilmişdir ki, bu da ayrı-ayrı selli çaylar üzrə müxtəlifdir. O cümlədən, Mazımçayda (Mazım kəndi ətrafında) uzunluğu 714 p/m, Balakənçayda (Hənifə kəndi ətrafında) 1260 p/m, Katexçayda (Katex kəndi ətrafında) 2259 p/m təşkil edən, cəmi

uzunluğu 4233 p/m olan daş-beton divar tikilmişdir. Qax rayonunda Qumçayda (Qum kəndində) uzunluğu 71 p/m və həcmi 3000 m<sup>3</sup>, Kürmükçayda (Qax şəhəri) uzunluğu 2670 p/m və həcmi 37666 m<sup>3</sup>, Qaşqaçayda (Qaşqaçay kəndi) uzunluğu 710 p/m və həcmi 10000 m<sup>3</sup> və Qanıxçayda (Almalı və Zəyəm kəndlərində) uzunluğu 2100 p/m və həcmi 21000 m<sup>3</sup> olan daş-beton bənd tikilmişdir. Qanıx çayı hövzəsində sahilbərkitmə işlərinin aparılması məqsədilə 58 min m<sup>3</sup> çay daşının əraziyə daşınması başa çatdırılmışdır. Beləliklə, Qax rayonu ərazisində ümumi uzunluğu 5,6 km olan 69,7 min m<sup>3</sup> həcmdə sahilbərkitmə işləri yerinə yetirilmişdir. Qəbələ rayonunda Dəmiraparançayda (Qəbələ şəhəri ətrafında) 1005 p/m, Tikanlıçayda 290 p/m, Bumçayda 155 p/m sahəni əhatə edən ümumi uzunluğu 1,9 km və həcmi 26,7 min m<sup>3</sup> olan daş-beton bənd tikilmişdir. Türyançayın yatağının əvvəlki vəziyyətinə qaytarılması üçün mühafizə bəndlərinin tikintisi başa çatdırılmışdır [1].

Oğuz rayonunda Daşağılçayda (Daşağıl kəndində) 474 p/m və Qalaçayda (Aşağı Filfil kəndi) 571 p/m, ümumi uzunluğu 1000 p/m və həcmi 14,7 min m<sup>3</sup> olan daş-beton sahilbərkitmə işləri aparılmış və 490 min m<sup>3</sup> məcratəmizləmə işləri yerinə yetirilmişdir. Şəki rayonunda Kiş (Şəki şəhəri), Şinçay (Şin kəndi) və Daşağılçay (Daşağıl kəndi) çaylarının ətrafında ümumi uzunluğu 4,6 km və həcmi 64 min m<sup>3</sup> olan daş-beton bənd tikilmiş və 587 min m<sup>3</sup> məcratəmizləmə işləri aparılmışdır. Şinçay ilə Şəki-Qax avtomobil yolunun kəsişməsində ərazinin mühafizəsi üçün 37 p/m daş-beton bənd tikilmişdir. Dəyirmanıxçayın yan divarlarının 451 p/m hissədə bərpası və məcratəmizləmə işləri aparılmışdır. Zaqatala rayonunda Qanıxçay (Zaqatala şəhəri ətrafında), Katexçay (Masex kəndində), Muxaxçay (Suvagil kəndində) və Talaçay çaylarında sel sularının qarşısının alınması məqsədilə 5,8 km uzunluğunda və 73,3 min m<sup>3</sup> həcmində sahilbərkitmə işləri aparılmış və 1280 p/m bənd, 8215 m<sup>3</sup> həcmində daş-beton bəndləri təmir olunmuşdur. Muxaxçay çayı üzərində uzunluğu 42 p/m olan körpü tikilib istifadəyə verilmişdir. Beləliklə, Asiya Bankının ayırdığı kredit əsasında Şəki-Zaqatala iqtisadi-coğrafi rayonunda təsərrüfat sahələrini və əhalini sel sularından mühafizə etmək üçün 23,2 km uzunluğunda və 307,6 min m<sup>3</sup> həcmində daş-beton bəndləri tikilmişdir.

Ağsu rayonunda Ağsuçayda (Alıbəyli və Maşadıqanlı kəndlərində) sel sularından mühafizə olunmaq üçün cəmi 1000 p/m uzunluğunda və 14 min m<sup>3</sup> həcmdə daş-beton bənd tikilmiş, 182 m<sup>3</sup> məcratəmizləmə işləri həyata keçirilmişdir. İsmayilli rayonunda Girdimançayda (Lahıc kəndində) 650 p/m, Axoxçayda (Talistan kəndində) 100 p/m daş-beton bənd tikilmişdir. Dağlıq Şirvan iqtisadi-coğrafi rayonu üzrə cəmi 1,8 km uzunluğunda və 24,5 min m<sup>3</sup> həcmində sel sularından mühafizə bəndi tikilmişdir. Naxçıvan MR ərazisində Naxçıvançayda (Naxçıvan şəhərində) 190 p/m uzunluğunda və 2664 m<sup>3</sup> həcmdə, Ordubadçayda (Ordubad şəhərində) 200 p/m və 280 m<sup>3</sup> həcmdə, Araz çayında (Şərur rayonunda) 190 p/m və 2667 m<sup>3</sup> həcmdə sahilbərkitmə işləri yerinə yetirilmişdir. Həməçinin, Qusar rayonunda Samur çayında (Kirik kəndində) 300 p/m və 4200 m<sup>3</sup> həcmdə, Astara rayonunda Astaraçayda (Rudakənd kəndində) 1000 p/m və 1400 m<sup>3</sup> həcmdə, Göyçay rayonunda Göyçayda 1000 p/m və 14 min m<sup>3</sup> həcmdə, Gəncə şəhəri ətrafında (dəyəri 200 min man.) uzunluğu 190 p/m təşkil edən sel sularından mühafizə olunmaq üçün bənd və Tovuzçayda sel nəticəsində dağılmış və dəyəri 4.0 mln. man. olan körpü tikilib istifadəyə verilmişdir. Beləliklə, 2004-2008-ci illərdə selə qarşı aparılan mühafizə tədbirləri planının yerinə yetirilməsində Şəki-Zaqatala iqtisadi-coğrafi rayonunun payı 83%, Dağlıq Şirvan iqtisadi-coğrafi rayonunun payı 7,0%, Naxçıvan MR-in, Astara, Qusar və Göyçay bölgələrinin, Gəncə şəhərinin birgə payları isə 10% təşkil etmişdir.

Aran iqtisadi-coğrafi rayonu ərazisində Kür çayında daşqın sularının qəzasız buraxılmasını təmin etmək üçün çay boyunca mövcud 350,6 km torpaq bəndlər hündürə qaldırılmış, genişləndirilmiş və möhkəmləndirilmiş, 1470 m<sup>3</sup> gil-torpaq və 4605,4 m<sup>3</sup> betonla sahilbərkitmə işləri aparılmışdır. Kür çayında baş verə biləcək daşqın hallarının və sahil zonasında şoranlaşma prosesinin azaldılması, bataqlıq quşlarının, qiymətli və vətəgə əhəmiyyətli balıqların təbii kürütökmə yerlərinə miqrasiya etməsi məqsədilə Kür çayı

deltasında qorunan ərazinin yaradılması istiqamətində bir sıra tədbirlər həyata keçirilmişdir. Kür çayı üzərində yerləşən hidroloji məntəqələrin texniki təminatını yaxşılaşdırmaq üçün Neftçala rayonu ərazisindəki şimal-şərqi Bankə hidroloji məntəqəsində yeni suölçən meteoroloji tamasa quraşdırılmış, su sərfini ölçən yeni avadanlıqlarla təmin olunmuşdur. Mingəçevir və Qıraq Kəsəməh hidroloji məntəqələri isə yeni cihazlarla təmin edilmişdir.

Neftçala rayonu ərazisində uzunluğu 2 km olan “Bala Kür”ün yeni qolunun qazılması tamamlanmış, əlavə olaraq yeni qolun qazılmasında 319,8 min m<sup>3</sup> torpaq işi görülmüş, işlər başa çatdırılmışdır. Mingəçevir şəhərində Mingəçevir su anbarının sağ sahilində torpaq sürüşməsinin aradan qaldırılması işləri İslam İnkişaf Bankının krediti hesabına aparılmış və 2005-ci ilin may ayında yekunlaşdırılmışdır. Görülmüş işlərin smeta dəyəri 398 min ABŞ dolları həcmində olmuşdur.

Respublika ərazisində daşqın və subasmanın qarşısını almaq məqsədilə Kür çayı boyunca 1016 km, Araz çayı boyunca 128 km, Türyançay hövzəsində 134 km, Göyçayda 50 km, Girdimançayda 48.5 km, Qarqarçayda 32 km, Xaçınçayda 23 km, Əlicançayda 16 km, Sarı su gölü ətrafında 20 km, Ağ göldə 21 km məsafədə mövcud olan mühafizə bəndləri təmir edilmiş və yenidən qurulmuşdur [5].

Azərbaycan Respublikası regionlarının sosial-iqtisadi inkişafı haqqında II (2009-2013-cü illər) Dövlət Proqramında da əsas diqqət yenə də ancaq ölkə ərazisində geniş yayılmış sel və daşqın hadisələrinin zərərsizləşdirilməsinə yönəldilmiş, digər TF isə diqqətdən kənarda qalmışdır. O cümlədən, Şəki-Zaqatala iqtisadi-coğrafi rayonu üzrə Balakən bölgəsində Balakənçayda 902 min m<sup>3</sup> məcratəmizləmə və 972 m<sup>3</sup> həcmində daş beton bəndin cari təmir işləri aparılmışdır. Mazımçayının sol sahilində 240 p/m istinad bəndi, Meşəşəmbül kəndini sel problemindən qorumaq üçün 319 p/m uzunluğunda daş bənd işləri görülmüş; Qax rayonunda suvarma kanallarında 272,44 min m<sup>3</sup> həcmində lildən təmizləmə işləri aparılmışdır. Rayonun Güllük və Əmbərçay kəndlərində suvarma şəbəkəsi üçün beton kanalların tikintisi başa çatmışdır. Qaxmuğal beton kanalının tikintisi davam etdirilir. İstismar tədbirləri hesabına çaylarda 1389 min m<sup>3</sup> həcmində məcratəmizləmə, 3912 m<sup>3</sup> daş-beton işləri həyata keçirilmişdir. Kürmükçayının sağ sahilində 140 p/m mühafizə divarı və sağ sahilində 164,76 p/m uzunluğunda dəmir beton bənd tikilmişdir; Qəbələ rayonunun çaylarında istismar tədbirləri hesabına 1115 min m<sup>3</sup> məcratəmizləmə, 1900 m<sup>3</sup> daş-beton işləri həyata keçirilmişdir. Dəmiraparan çayında 270 p/m dəmir beton üzlüklü mühafizə divarı, 150 p/m mühafizə bəndi tikilmişdir; Şəki rayonunda istismar tədbirləri hesabına çaylarda 1113 min m<sup>3</sup> məcratəmizləmə, 917 m<sup>3</sup> daş-beton işləri həyata keçirilmişdir. Şin çayı sahilində 360 p/m daşlı-beton divar, Zunut kəndinin mühafizəsi üçün 230 p/m bəndin tikintisi və Kiş çayının 129,5 p/m mövcud mühafizə qurğusunun təmir bərpası işləri aparılmışdır; Zaqatala rayonu ərazisində 21493 p/m təsərrüfat daxili suvarma kanallarında qazma və lildən təmizlənmə işləri aparılmış, 6199 p/m uzunluğunda mövcud kanal betonla üzlənmişdir. İstismar tədbirləri hesabına çaylarda 1101 min m<sup>3</sup> məcratəmizləmə, 1025 m<sup>3</sup> daş-beton bəndləri təmir edilmişdir. Katexçayda 420 p/m uzunluğunda daşlı beton divarı tikilmişdir.

Dağlıq Şirvan iqtisadi-coğrafi rayonu üzrə Ağsu bölgəsində istismar-təmir tədbirləri hesabına 922 min m<sup>3</sup> həcmində suvarma və kollektor-drenaj şəbəkəsi lildən təmizlənmiş, onların üzərində 142 ədəd qurğu təmir edilmişdir. Ağsuçayda 178,6 p/m beton mühafizə divarı tikilmişdir. Həmçinin, Maşadqanlı kəndində 50,3 p/m uzunluğunda sahil mühafizəsi divarı tikilmişdir; İsmayilli rayonunun çaylarında sahilbərkitmə işləri davam etdirilmiş, istismar-təmir tədbirləri hesabına Talıstançayda 450 m<sup>3</sup> daş-beton, 694 min m<sup>3</sup> məcratəmizləmə işləri həyata keçirilmişdir. Girdimançayın sahilində 152 p/m mühafizə divarı tikilmişdir [2; 6].

Quba-Xaçmaz iqtisadi-coğrafi rayonu üzrə Quba bölgəsində Vəlvələçayın sahilində mühafizə tədbirlərinin aparılması ilə 70 m<sup>3</sup> daş-beton monolit tikilmişdir; Xaçmaz bölgəsində istismar-təmir tədbirləri hesabına çaylarda 770 m<sup>3</sup> məcratəmizləmə, 932 m<sup>3</sup> daş-beton işləri həyata keçirilmişdir. Xaçmaz rayonu ərazisində Qudyalçayda 328 p/m sahilbərkitmə istinad divarı tikilmişdir; Qusar bölgəsi ərazisində istismar tədbirləri hesabına çaylarda 877 min m<sup>3</sup>

məcratəmizləmə, 1000 m<sup>3</sup> daş-beton işləri həyata keçirilmişdir. Yuxarı Zeyxur kəndinin mühafizəsi üçün Samur çayı üzərində 137,5 p/m beton istinad divarı tikilmişdir; Quba bölgəsinin kəndlərinin sel və daşqın sularından mühafizəsi üçün istismar-təmir tədbirləri hesabına 525 min m<sup>3</sup> həcmində suvarma kanalları lildən təmizlənmiş, onların üzərində 75 ədəd qurğu təmir edilmişdir. Rayon ərazisindən axan çaylarda 867 min m<sup>3</sup> həcmində məcratəmizləmə, 1554 min m<sup>3</sup> daş-beton işləri həyata keçirilmişdir.

Gəncə-Qazax iqtisadi-coğrafi rayonu üzrə Gəncə şəhəri ətrafında Gəncəçayın sahilboyunun və məcrasının yenidən qurulması işləri davam etdirilmiş, tədbirin icrası ilə əlaqədar dövlət büdcəsindən 550 min manat vəsait ayrılmışdır. Ağstafa rayonunun ərazisində Kür və Ağstafa çaylarında 588 min m<sup>3</sup> həcmində suvarma kanalları lildən təmizlənmiş, onların üzərində 45 ədəd qurğu təmir edilmişdir. Rayon ərazisində qrunut sularının səviyyəsinin aşağı salınması məqsədilə 500 p/m qapalı dren tikilmişdir. Dağ Kəsəmən kəndinin yağış və sel sularından mühafizəsinə 900 min manat vəsait ayrılmış, tikinti işlərinə başlanmışdır. Goranboy rayonunda “Xanarx kanalının” yenidən qurulması üzrə kanalın 5030 p/m hissəsinin beton üzlük işləri yerinə yetirilmiş və 2 ədəd selötürən qurğunun tikintisi tamamlanmışdır. Samux rayonun ərazisində torpaqların suvarılması üçün kanallarda 300 min m<sup>3</sup> lildən təmizləmə, 145 min m<sup>3</sup> sahilbərkitmə işləri görülmüşdür. Həmçinin, Gəncə çayında 34 min m<sup>3</sup>, Qabırçı çayında 18 min m<sup>3</sup> əlavə sahilbərkitmə işləri görülmüşdür.

Lənkəran-Astara iqtisadi-coğrafi rayonu üzrə Astara bölgəsində Astara çayı üzərində uzunluğu 107 m<sup>3</sup> olan daş-beton tikilmiş və 54 min m<sup>3</sup> məcratəmizləmə işləri həyata keçirilmişdir. Astara çayının kənarında yerləşən Qapıçıməhəllə kəndinin və kommunikasiya sisteminin mühafizəsi üçün 400 p/m, Rudəkənar kəndinin isə mühafizəsi üçün 448 p/m daş-beton bənd tikilmişdir. Lənkəran rayonu ərazisində su təsərrüfatı obyektlərinin bərpası və buradakı çaylarda sahilbərkitmə işlərinin davam etdirilməsi üçün Qumbası çayında 1000 p/m uzunluqda olan hissədə 54000 m<sup>3</sup> məcrə təmizləmə işləri görülmüş və 19,5 min m<sup>3</sup> həcmində mühafizə bəndi tikilmişdir[5; 6].

Naxçıvan MR-də təhlükəli hidrometeoroloji hadisələrin Erkən Xəbərdarlıq Sisteminin inkişaf etdirilməsi istiqamətində müvafiq işlər görülmüşdür. 2009-cu ildə Şərur rayonunda Arpaçayın sağ sahil kanalı çəkilməmiş, kollektorların, magistral kanal və arxların lildən təmizlənməsi başa çatdırılmışdır. Babək rayonunda “Vayxır” kanalında selburaxıcı qurğunun tikintisi, kanal və arxların lildən təmizlənməsi başa çatdırılmışdır. Naxçıvan-Culfa magistral avtomobil yolu istiqamətində kollektorun təmizlənməsi başa çatdırılmışdır. Şahbuz rayonunda Heydər Əliyev Su Anbarında suburaxıcı qurğunun tikintisi, rayon ərazisində kanal və arxların lildən təmizlənməsi işləri başa çatdırılmışdır. Sədərək rayonunun Sədərək kəndində “Sədərək-2”, “Sədərək-3” kanallarının əsaslı təmiri, Araz çayından və “Sədərək-4” nasos stansiyasından suqötürücü kanallarının lildən təmizlənməsi başa çatdırılmışdır. Şərur rayonunda Araz çayı sahilində “Xələc” nasos stansiyasının tikintisi, Qorçulu kəndi ərazisində Araz çayı sahilində sahilbərkitmə işləri, rayon ərazisində kanal və arxların, Maxta kəndində suyuqıcı kanalların lildən təmizlənməsi işləri başa çatdırılmışdır. Babək rayonunun Nəhrəm, Güznüt, Sirab, Vayxır kəndlərində drenaj xətlərinin çəkilişi, rayon ərazisində kanal və arxların lildən təmizlənməsi, “Nəhrəm” kanalının təmiri işləri başa çatdırılmışdır. Ordubad rayonunda arxların lildən təmizlənməsi başa çatdırılmışdır. Culfa və Şahbuz rayonlarında kanal və arxların, Kəngərli rayonunda Arpaçay sol sahil kanalının lildən təmizlənməsi, Culfa rayonunun Yaycı kəndində suyuqıcı kanalın çəkilişi işləri başa çatdırılmışdır. Sədərək rayonu ərazisində Araz çayı sahilində torpaq bəndinin tikintisi başa çatdırılmışdır. 2011-ci ildə Babək rayonunun Nəhrəm kəndində, Naxçıvan şəhərində Xətai məhəlləsində drenaj xəttinin, Şərur rayonunun Xələc kəndində kanalın, Babək rayonunda Cəhri çayında və “Sirab” selovunda suyönəldici qurğuların tikintisi, Naxçıvan şəhərində dairəvi avtomobil yolunun ətrafında, Şərur rayonunun Qışlaqabbas, Babək rayonunun Nəhrəm və Culfa rayonunun Nəhəcir kəndlərində drenaj xətlərinin çəkilişi, Babək rayonunda Cəhri çayında istiqamətləndirici bəndin tikintisi başa çatdırılmışdır.



Babək rayonunda “Qahab” və “Sirab” selovlarında istiqamətləndirici bəndlərin tikintisi, Kəngərli rayonunda Arpaçay sol sahil kanalının, Şərur, Babək, Ordubad, Culfa, Şahbuz və Sədərək rayonlarının ərazilərində kanal və arxların lildən təmizlənməsi, Babək rayonunda Nehrəm kanalının, Culfa rayonunda Bənəniyar gölünün və gölə sugətirici kanalın təmiri başa çatdırılmışdır. Şərur rayonunun Havuş, Kəngərli rayonunun Qabıllı kəndlərində və Ordubad şəhərində suvarma su xətlərinin çəkilişi başa çatdırılmışdır. Ordubad rayonunda Gilançaydan Biləv kəndinə suvarma su xəttinin çəkilişi, Düylün, Çənnəb kəndlərində suvarma su arxlarının, Şərur rayonunun Püsyən, Xanlıqlar kəndlərində kanal, arx və su keçidlərinin bərpası başa çatdırılmışdır. Ordubad rayonunun Azadkənd və Kotam kəndlərinin ərazisində Araz çayı sahilində, Culfa rayonunun Xanəgah kəndi ərazisində sahilbərkitmə işləri başa çatdırılmışdır. 2012-ci ildə Babək rayonunda “Nehrəm” kanalının təmiri, Şərur, Ordubad, Culfa, Şahbuz və Sədərək rayonlarının ərazilərində kanal və arxların lildən təmizlənməsi, Şərur rayonunun Axaş kəndi ərazisində Araz çayı sahilində sahilbərkitmə işləri başa çatdırılmışdır. Şərur rayonunun Zeyvə və Vərməziyar, Babək rayonunun Nehrəm və Cəhri, Culfa rayonunun Ləkətağ və Saltaq kəndlərində drenaj xətlərinin çəkilişi, Kəngərli rayonunda “Xok” gölünün təmiri, Ordubad rayonunda Gilançay üzərində tikilmiş Biləv Su Elektrik Stansiyasının ətrafında sahilbərkitmə işləri başa çatdırılmışdır [2; 6].

2013-cü ildə Şərur, Babək, Ordubad, Culfa, Kəngərli, Şahbuz və Sədərək rayonlarının ərazilərində kanal və arxların lildən təmizlənməsi işləri başa çatdırılmış, Şərur rayonunda kollektor-drenaj şəbəkəsinin, Babək rayonunun Nehrəm kəndində isə kollektorun lildən təmizlənməsi işləri davam etdirilmişdir. Babək rayonunun Sirab və Cəhri kəndlərində drenaj xətlərinin tikintisi başa çatdırılmış, rayon ərazisində drenaj xəttinin tikintisi davam etdirilmişdir.

Naxçıvan MR-in ərazisində mövcud su anbarlarının və hidrotexniki qurğuların təhlükəsizliyinə müntəzəm nəzarət təmin edilmişdir. 2009-cu ildə muxtar respublikanın çay və selovlarında sel sularının qəzasız buraxılması üçün 53,1 km uzunluğunda istiqamətləndirici bəndlər salınmışdır. Muxtar respublika ərazisində ehtimal olunan fövqəladə hallara çevik reaksiya verilməsi, fövqəladə halların nəticələrinin operativ olaraq aradan qaldırılması üçün Naxçıvan MR Ali Məclisi Sədrinin 2009-cu il 17 aprel tarixli, 161-III FR nömrəli Fərmanı ilə müvafiq funksiyaları yerinə yetirəcək qurum qismində Naxçıvan MR FHN-nin Xüsusi Riskli Xilasetmə Xidmətinin əsasnaməsi və 152 nəfərdən ibarət ştat cədvəli təsdiq edilmişdir. 2010-cu ildə muxtar respublikanın çay və selovlarında sel sularına qarşı 66,5 km uzunluğunda istiqamətləndirici bəndlər salınmış, 8 km uzunluğunda kollektor və 20 km uzunluğunda beton kanal lildən təmizlənməmişdir. 2011-ci ildə muxtar respublikada 5,1 km uzunluğunda sahilbərkitmə işləri aparılmışdır. 2012-ci ildə muxtar respublikada 14,6 km uzunluğunda istiqamətləndirici bənd salınmış, Araz çayı sahilində isə 2 km uzunluğunda daşla sahilbərkitmə işləri görülmüşdür. 2013-cü ildə muxtar respublikada 84 km uzunluğunda sahilbərkitmə işləri aparılmışdır.

Üçüncü Dövlət Proqramı çərçivəsində (2014-2018-ci illər) 2016-cı ildə sel və daşqın təhlükəsi olan dağlıq və dağətəyi regionlarda, o cümlədən Astara, Balakən, Qax, Qəbələ, Quba, Qusar, Daşkəsən, Zaqatala, İsmayilli, Yalama, Yardımlı, Lerik, Lənkəran, Masallı, Oğuz, Siyəzən, Tovuz, Şabran, Şamaxı, Göygöl, Gədəbəy rayonlarının və Şəki şəhərinin ərazilərində 7920 ha sahədə meşəbərpa və meşəsalma tədbirləri aparılmışdır. Həmçinin, bu dövrdə regionlarda su təchizatı və kanalizasiya sistemlərinin yaxşılaşdırılması sahəsində şəhər, kənd və qəsəbələrdə, o cümlədən cəbhə bölgələrində xeyli işlər görülmüşdür: Respublikanın 9 inzibati rayonun ərazisində (Tərtər, Füzuli, Ağcabədi, Tovuz, Balakən, Quba, Zaqatala, Şəmkir və Yevlax) 6 artezian və 4 subartezian quyuları qazılıb istifadəyə verilmişdir. Tovuz rayonunun Düz Cırdaxan kəndində 2 su anbarı, Quba rayonunun Qəçrəş kəndində 2, Yardımlı rayonunun Biləv kəndində 2, Qax rayonunda 4 ədəd və Şabran rayonunun Zeyvə kəndində 1 ədəd (hər birinin ümumi həcmi 100 m<sup>3</sup> olmaqla) su anbarı tikilib istifadəyə verilmişdir.

Regionlarda torpaqların su təminatının yaxşılaşdırılması üçün müvafiq işlərin həyata keçirilməsinin davam etdirilməsi (2014-2016-cı illərdə) Dövlət Neft Fondundan ayrılmış vəsait hesabına “Samur–Abşeron suvarma sisteminin yenidən qurulması” layihəsinə daxil olan “Şimal çaylarında sugötürən qurğuların və nəqliyici kanalların tikintisi” layihəsi tərkibində ilk mərhələdə Qusarçay, Qudyalçay və Caqacuqçay çayları üzərində sugötürücü qurğuların və nəqliyici kanalların tikintisi işləri davam etdirilmişdir. Caqacuqçayda layihə üzrə uzunluğu 4006 p/m olan kanalın 2 min p/m-i və Qudyalçayda isə 15.3 min p/m olan mövcud kanalın qalan 6.5 min p/m hissəsinə yeni beton üzlük qoyulmuş və tikintisi başa çatdırılmışdır. Layihə çərçivəsində “Şabran, Siyəzən və Xızı rayonları ərazisində mövcud suvarılan torpaqların su təminatının yaxşılaşdırılması və yeni suvarılan torpaqların istifadəyə verilməsi” layihəsi üzrə Xızı rayonunda 9.6 min ha yeni suvarılan torpaqların istifadəyə verilməsi üçün kompleks meliorativ tədbirlərin aparılması və 3.0 min ha mövcud suvarılan torpaqlarda su təminatının yaxşılaşdırılması üçün tikinti işləri davam etdirilmiş, 80135 p/m uzunluğunda paylayıcı suvarma boru kəməri çəkilmiş, 69433 p/m uzunluğunda açıq beton kanal tikilmiş və 170 ha sahədə ən son texnologiyalara əsaslanan yağış üsulu ilə suvarma sistemi quraşdırılmışdır. Siyəzən rayonunda 6972 hektar yeni suvarılan torpaqların istifadəyə verilməsi üçün kompleks meliorativ tədbirlərin aparılması və 5165 hektar mövcud suvarılan torpaqlarda su təminatının yaxşılaşdırılması üçün layihəyə uyğun olaraq 88831 p/m uzunluğunda paylayıcı suvarma boru kəməri, 25095 p/m uzunluğunda qapalı, 12006 p/m uzunluğunda açıq paylayıcı suyuqıcı drenaj şəbəkəsi tikilmişdir. Şabran rayonunda mövcud suvarılan torpaqların su təminatının yaxşılaşdırılması və yeni suvarılan sahələrin istifadəyə verilməsi üçün 28497 ha sahədə görülməli meliorativ tədbirlərin layihə sənədlərinin hazırlanması davam etdirilir. 2015–ci ildə Xızı rayonunda cəmi 7111 ha (ondan 5399 ha yeni suvarılan) və Siyəzən rayonunda cəmi 3204 hektar (ondan 2539 hektar yeni suvarılan) sahədə mövcud suvarılan torpaqların su təminatının yaxşılaşdırılması və yeni suvarılacaq torpaqların istifadəyə verilməsi üzrə işlər başa çatdırılmışdır. Eyni zamanda “Şəmkirçay çayı üzərində dəryaçaanın tikintisi” kompleksinə daxil olan 164,5 mln. kub m. həcmində Şəmkirçay su anbarı, gücü 24,483 MVt Su Elektrik Stansiyası (SES) və ümumi uzunluğu 60565 metr olan Şəmkirçay magistral kanalları hidrotexniki qurğularla birlikdə 2015–ci ildə istismara qəbul olunmuşdur [3].

Azərbaycan Respublikası Prezidentinin 25 dekabr 2014–cü il tarixli 961 nömrəli Sərəncamı ilə respublikanın 34 şəhər və rayonunun 241 yaşayış məntəqəsində əkin sahələrinin və əkin üçün istifadə olunan həyətyanı torpaq sahələrinin suvarma suyu ilə təminatının yaxşılaşdırılmasına, habelə əhalinin içməli suya olan tələbatının ödənilməsi üçün 300 ədəd subartezian quyusunda qazma işləri əsasən başa çatdırılmışdır.

Çaylarda məcranın sel gətirmələrindən təmizlənməsi, sahilbərkitmə, məcrə nizamlama işləri, mövcud mühafizə bəndlərinin möhkəmləndirilməsi və hündürləşdirilməsi üzrə tədbirləri 2014-2016-cı illərdə davam etdirilmişdir. Respublikanın ən təhlükəli hesab olunan çaylarında sel və daşqınlara qarşı mühafizə bəndlərinin tikintisi işləri həyata keçirilmişdir. Ölkə ərazisindəki (Tərtərçay, Daşağılçay, Kişçay, Durucaçay və Dəmiraparançay) çaylarında 1153 p/m uzunluğunda (dəmir-beton, daş-beton, beton,) sahilbərkitmə işləri yerinə yetirilmişdir. Bundan əlavə Ağstafa rayonunun Dağ Kəsəmənd kəndinin yağış və sel sularından mühafizəsi tədbirləri üzrə torpaq bəndin hündürləndirilməsi və daş üzlüyə alınması işləri aparılmışdır. Təmiz istismar tədbirləri hesabına cari il ərzində Kür, Araz və onlara qovuşan dağ çaylarının mövcud torpaq mühafizə bəndlərinin 56,4 km məsafəsində hündürləndirmə və möhkəmləndirmə işləri, Kür-Araz çaylarının uçmaya məruz qalan sahillərində 187,3 km məsafədə qayakəsmə işləri, 4138 m<sup>3</sup> həcmində betonitlərlə və 4015 m<sup>3</sup> həcmində faşinla sahilbərkitmə işləri yerinə yetirilmişdir [3; 5].

Lakin, respublika ərazisində təbii fəlakətə qarşı görülməli bütün bu tədbirlərə baxmayaraq, dünyada baş verən qlobal iqlim dəyişmələri, ətraf mühitə olan antropogen təsirlərin genişlənməsi, çayların suyundan istifadənin artması və ya yaz-yay gursululuğu

dövründə onlarda suyun səviyyəsinin vaxtaşırı olaraq artması prosesi yenə də davam edir və bir çox hallarda fəvqəladə halların yaranmasına səbəb olur. Bunun üçün təbii – dağıdıcı hadisələrin (sel, sürüşmə, uçqun, daşqın) tədqiqi və onların yayılma areallarının xəritələşdirilməsi sahəsində də xeyli işlər görülmüşdür. Azərbaycan Respublikasında hər bir iqtisadi rayon üzrə təbii fəlakətlərin məskunlaşma areallarına və təsərrüfat sahələrinə təsiri müəyyən edilmişdir. İnsanların həyat və təsərrüfat fəaliyyətinə təhlükə və risk yaradan ayrı-ayrı təbii fəlakətlərin xəritəsinin tərtib edilməsi üçün materiallar toplanmış və elektron məlumat bazası yaradılmışdır.

#### **Ədəbiyyat siyahısı**

1. Azərbaycan Respublikası regionlarının sosial-iqtisadi inkişafı Dövlət Proqramı (2004-2008-ci illər), ARDSK-nin materialları. Bakı: 2008, 584 səh.
2. Azərbaycan Respublikası regionlarının sosial-iqtisadi inkişafı. Dövlət Proqramı (2009-2013-cü illər), ARDSK-nin materialları. Bakı: 2014, 510 səh.
3. Azərbaycan Respublikası regionlarının sosial-iqtisadi inkişafı. Dövlət Proqramı (2014-2018-ci illər), ARDSK-nin materialları. Bakı: 2016, 594 səh.
4. Babaxanov N.A., Paşayev N.Ə. Təbii fəlakətlərin iqtisadi və sosial-coğrafi öyrənilməsi. Bakı: "Elm", 2004, 212 səh.
5. Azərbaycan Meliorasiya və Su Təsərrüfatı Açıq Səhmdar Cəmiyyətinin 2006-2016-cı il materialları.
6. Azərbaycan Respublikası FHN-nin 2003-2016-cı il məlumatları.

#### **ЗНАЧЕНИЕ ГОСУДАРСТВЕННОЙ ПРОГРАММЫ В ОХРАНЕ ГИДРОТЕХНИЧЕСКИХ СООРУЖЕНИЙ И ЗАЩИТНЫХ ДАМБ ОТ СТИХИЙНЫХ БЕДСТВИЙ И РАЦИОНАЛЬНОЙ ТЕРРИТОРИАЛЬНОЙ ОРГАНИЗАЦИИ В АЗЕРБАЙДЖАНЕ**

**Пашаев Н.А.**

*Институт Географии им. акад. Г.А.Алиева НАНА,  
pasayevneriman@mail.ru*

Статья посвящена исследованию значения Государственной Программы в охране гидротехнических сооружений и защитных дамб от стихийных бедствий и рациональной территориальной организации. Дан анализ выполнения 3-х Государственных программ и даны соответствующие рекомендации.

#### **THE IMPORTANCE OF THE INVESTIGATION OF STATE PROGRAMS IN THE EFFECTIVE TERRITORIAL ORGANIZATION AND THE PROTECTION OF HYDRAULIC STRUCTURES AND PROTECTION DAMS FROM NATURAL DISASTER IN AZERBAIJAN**

**Pashayev N.A.**

*ANAS, Institute of Geography named after acad. H. Aliyev.  
pasayevneriman@mail.ru*

The article has dedicated to the importance of the investigation of state programs in the effective territorial organization and the protection of hydraulic structures and protection dams from natural disaster. In the article, the implementation of the obligations arising from each of three state programs have analyzed and given relevant recommendations.

# AZƏRBAYCANIN İRİ VƏ BÖYÜK ŞƏHƏRLƏRİNDƏ SU TƏCHİZATI PROBLEMLƏRİ

**Bədəlov E.S.**

*AMEA akad. H.Əliyev ad. Coğrafiya İnstitutu*

Azərbaycanın son 10 ildə dövlət proqramlarına uyğun aparılan quruculuq işləri iri və böyük şəhərlərin xidmət infrastruktur sahələrinin yenidən qurulması üzrə xeyli işlər görülsədə, lakin bu şəhərlərin inkişafında əhalinin su və kanalizasiya sistemi ilə təchizatı problemi hələdə qalmaqdadır. İri şəhərlərə aid olan Gəncə, Sumqayıt və Mingəçevir, böyük şəhərlərdən isə Şirvan, Naxçıvanın demoqrafik şəraitinin təhlili göstərir ki, həmin şəhərlərin demoqrafik inkişaf tempi xidmət infrastruktur sahələrinin inkişafını xeyli qabaqlayır. Şəhərlərin ərazi təşkili funksiyasına görə Sumqayıt Bakı aqlomerasiyasına aid olduğu halda, Gəncə, Şirvan və Naxçıvan müstəqil aqlomerasiya kimi formalaşır. Onlar həmçinin şəhər ərazi dairəsi mərkəzi sayılırlar. İri və böyük şəhərlər yerləşdikləri iqtisadi-coğrafi rayonların regional, iqtisadi, sosial, elm və mədəniyyət mərkəzi kimi tanınırlar.

Cədvəl 1

Şəhərlərin əhalisinin artım dinamikası (min nəfər)

	Ərazi km <sup>2</sup>	Əhali sayı min n.			1989-2016 artım %	Əhalinin sıxlığı 1km <sup>2</sup> /n.		
		1989	2000	2016		1989	2000	2016
Sumqayıt	93	254,4	285,1	336,2	32,2	3065	3564	3736
Gəncə	110	280,0	300,0	330,1	17,9	2545	2732	3001
Mingəçevir	140	82,4	94,5	102,4	24,3	589	727	731
Şirvan	70	58,0	70,0	84,0	44,8	1933	2333	1200
Naxçıvan	190	58,8	63,6	80,9	37,6	452	489	622

**Mənbə:** Azərbaycan əhalisi DSK. Bakı-2001, 32, 83 s., Azərbaycan əhalisi DSK. Bakı-2016, (65-67).

Təhlillərə görə müstəqillik dövründə demoqrafik inkişaf tempi sovet dövrü ilə müqayisədə xeyli zəifləsədə lakin şəhərlərdən Sumqayıt və Şirvan, Naxçıvanda daha yüksək olmuşdur. Gəncə artım tempinin aşağı olması ilə fərqlənmişdir (9). Azərbaycanın iri və böyük şəhərlərində son illər əhali sayının artım dinamikası ilə yanaşı Gəncə və Sumqayıt şəhərlərində, həmçinin 50-60 min nəfər köçkün və bir o qədər də qeydiyyata düşməyən əhalinin yaşaması nəticəsində, əhali sıxlığı sürətlə artmışdır. Şirvanda sıxlığın azalması, şəhər ərazisinin 2 dəfədən çox böyüməsi ilə bağlı olmuşdur (Cədvəl 1). İri və böyük şəhərlərdə demoqrafik təzyiqin daha sürətli artması burada kommunal xidmət sahələrinin inkişafında problemlərin yaranmasına səbəb olur.

Təhlillərə görə 1999-2009-cu illər ərzində iri və böyük şəhərlərdə ev təsərrüfatlarının su xətti ilə təchizatı tam yaxşılaşaraq 100%-ə yaxınlaşmış, kanalizasiya sistemi ilə təchizat isə təkcə Sumqayıtda yaxşılaşmış, digər şəhərlərdə isə əksinə azalma prosesi gedmişdir (Cədvəl 2).

Cədvəl 2

Azərbaycanın iri və böyük şəhərlərində evlərin abadlığına görə bölgüsü

Şəhərlər	1999-cu il					2009-cu il					2016-cı il Abanent- lər
	Ev tə- sərrü- fatları	Su xətti		Kanalizasiya		Ev təsərrü- fatları	Su xətti		Kanalizasiya		
	Cəmi	say	%	say	%	Cəmi	say	%	say	%	say
Sumqayıt	62529	60369	96,5	57005	91,2	66770	66143	99,1	63147	99,1	91176
Gəncə	59200	55267	93,3	47057	79,5	63512	62402	98,3	48637	76,6	65499
Mingəçevir	21225	20272	95,5	19793	93,3	21412	20807	97,2	17743	82,9	28046
Şirvan	12803	12209	95,4	10225	95,5	16197	15727	97,1	12392	78,8	17240
Naxçıvan	13493	10935	81,1	10227	75,8	15806	14247	90,2	13107	83,0	17000

**Mənbə:** Az. Resp. əhalisinin siyahıyaalınması 1999. DSK. IX hissə, Bakı-2001, 612 s. (604,612), Az. Resp. əhalisinin siyahıyaalınması 2009. DSK. XVII cild, Bakı-2010, 530 s. (511).

Bu xidmətlər sahəsində ən böyük problem, su və kanalizasiya sisteminin sovetlər dönməndən, yəni 40-50 il əvvəldən qalması, əhalini və yeni yaranan istehsal sahələrini təmin etmədiyi üçün tamamilə yenidən qurulmalıdır. 2009-2016-cı illər ərzində su xidməti üzrə bu şəhərlərdə abonentlərin sayı xeyli artmış, lakin Sumqayıtda onların sayının 30-minədək, Mingəçevirdə 10-minədək artması köçkün və yeni salınmış məhəllələrlə bağlı olması güman edilir. Su təchizatı xidmət sahəsinin müasir tələblərə uyğun qurulmaması hər sakinə düşən su göstəricisinin aşağı düşməsinə səbəb olmuşdur. Təhlillər görə tədqiq olunan şəhərlərdə hər sakinə düşən su təchizatı 2000-2015-ci illər ərzində Sumqayıtda 3 dəfə və digərlərində 2 dəfədən çox azalmışdır (Cədvəl 3). 2010-cu ildən sonra Gəncə və Naxçıvan şəhərlərində su göstəricisinin artımı bu sahədə görülən quruculuq işləri ilə bağlıdır. Naxçıvan şəhərinə isə 2004-cü ildə Batabat ətrafı bulaq sularının kəmərlə çəkilməsi nəticəsində hər sakinə düşən su təchizatında artım baş vermişdir.

Cədvəl 3

Hər sakinə düşən su təchizatı dinamikası

	Hər sakinə düşən su $m^3$			
	2000	2005	2010	2015
Sumqayıt	209,0	194,0	81,6	64,5
Gəncə	123,0	70,0	47,4	56,8
Mingəçevir	148,0	67,0	62,4	60,2
Şirvan	99,0	136,0	59,7	48,4
Naxçıvan	6,3	78,3	51,5	75,8

**Mənbə:** Azərbaycanda səhiyyə, sosial təminat və ətraf mühit. DSK, Bakı-2011, (253-254); Azərbaycanda ətraf mühit . DSK. Bakı-2016, (99-101)

Şəhərlər üzrə sudan istifadə, mln. m<sup>3</sup>

	Sumqayıt			Gəncə			Mingəçevir			Şirvan			Naxçıvan		
	2000	2010	2015	2000	2010	2015	2000	2010	2015	2000	2010	2015	2000	2010	2015
Təbii mənbədən götürülən su		213,3	199,7	-	17,7	20,9	-	2333,2	2248,0		446,7	565,8			
Su istehlakı	123,2	248,1	226,5	49,0	17,9	20,8	1544,0	660,1	913,8	545,3	446,5	568,3	0,4	55	80
Onlardan istifadə məqsədləri															
İstehsalat	62,7	222,0	204,7	5,7	0,4	0,3	1530,1	652,0	907,5	534,0	441,0	569,3	0,01	1,2	1,1
Kənd təsərrüfatı	0,3	0,2	0,2	6,0	2,5	1,7	0,06	1,3	0,1	4,0	0,7	0,9	-	-	-
Atılan çirkab su	92,0	258,6	248,5	0,01	12,3	8,5	7,4	9,4	11,5	2221,1	1747,9	2027,3	-	3,5	4,1
Nəql edilərkən itən su		7,0	23,9		0,7	0,05		609,0	524,5		0,5	4,0			

**Mənbə:** Azərbaycan regionları. DSK, Bakı-2016; Azərbaycanca səhiyyə, sosial təminat və ətraf mühit . DSK, Bakı 2011

İri və böyük şəhərlərdə 2000-2015-ci illərdə su istehlakı artımında müxtəliflik yaranmışdı, beləki, suyun həcmi çox olması ilə Mingəçevir və Şirvan, ən aşağı göstərici ilə Gəncə, ən sürətli artım ilə Naxçıvan fərqlənmişdir. Məişət-içməli məqsədləri üçün istifadə olunan suyun həcmi Sumqayıtda 3 dəfə, Gəncə və Mingəçevirdə 2 dəfədən çox, Şirvanda 2 dəfəyə yaxın azalmış, təkcə Naxçıvanda sürətlə artmışdır.

İstehsalatda işlədilən suyun həcmi Mingəçevir və Şirvanda yüksək olması, bu şəhərlərdə olan DRES və Mingəçevir SES-nin fəaliyyəti ilə bağlıdır. Gəncədə nəhəng metallurgiya parkının və çox sayda müəsisələrin olmasına baxmayaraq bu göstərici sürətlə azalaraq ən aşağı həddə enmişdir (Cədvəl 4). Şirvan və Gəncənin qəsəbələrində suvarma və kənd təsərrüfatı məqsədləri üçün istifadə olunan suyun həcmi son illər sürətlə azalmışdır. Naxçıvan ətrafı 1 qəsəbə və 5 kəndin olmasına və onlarda 10 min nəfərdən çox əhali yaşamasına baxmayaraq suvarma üçün istifadə olunan su həcmi göstərilməmişdir. Nəql edilərkən itən suyun və atılan çirkab suyunun həcminə görə Mingəçevir fərqlənmişdir. Şirvan ətrafında neft hasilatı ilə bağlı çıxarılan lay suları ətrafda çirklənmiş gölməçələrin yaranmasına səbəb olmuşdur.

Müstəqillik dövründə milli neft strategiyasının həyata keçirilməsi, iri və böyük şəhərlərin sosial-iqtisadi həyatın bütün sahələrinin inkişafına təkanverici amil olmuşdur. Son illərdə dövlət quruculuğu prosesində iqtisadi və sosial islahatların həyata keçirilməsi ilə bu şəhərlərin inkişafı sürətlənmiş, həmçinin qeyri-neft sektorunun və infrastruktur sahələrinin formalaşmasında, məşğulluq və ekoloji problemlərin həllində təsirli tədbirlər görülmüşdür. Bu proseslərin davamlı inkişafında «Azərbaycan Respublikası regionlarının 2014-2018-ci illərdə sosial-iqtisadi inkişafına dair Dövlət Proqramı» iqtisadiyyatda yeni keyfiyyətli inkişaf mərhələsinin başlanğıcını qoymuşdur. Bu proqramda şəhərlərin inkişafının təmin edilməsi ilə yanaşı, əhəlinin sosial-məişət şəraitinin yaxşılaşdırılması və mövcud problemlər arasında su təchizatı və kanalizasiya sistemlərinin yenidən qurulmasına həlli üçün böyük işlər görülmüş və görülməkdədir. 2014-2016-ci illərdə Naxçıvanda su xətti və kanalizasiya sistemi ilə təchizat tam yenidən qurulmuş, digər şəhərlərdə bu iş görülməkdədir. 2012-ci il tarixdə Naxçıvan şəhərində “Su təchizatı və kanalizasiya investisiya layihəsi - 2” üzrə “Azərsu” Açıq Səhmdar Cəmiyyəti ilə Asiya İnkişaf Bankı arasında bağlanan müqavilə ilə 130 milyon dollar Naxçıvan şəhərində su təchizatı və kanalizasiya sistemlərinin yenidən qurulmasına sərf olunmuşdur. 2014-cü ildə Naxçıvan şəhərində Su Anbarı və Sutəmizləyici Qurğular Kompleksi, 2015-ci ildə Naxçıvan şəhərdaxili su və kanalizasiya şəbəkəsi istifadəyə verilmişdir. Naxçıvan şəhərinin Qaraçuq kəndində drenaj xətləri qurulmuşdur. Gəncə şəhərinin Almanyanın KfW bankı və İsveçrənin SECO təşkilatı arasında bağlanmış müqaviləyə əsasən su və kanalizasiya sisteminin yenidən qurulması istiqamətində də bir sıra işlər görülmüşdür. Uzunluğu 26,5 km, diametri 500 mm olan Göy-göl Gəncə magistral su xəttinin 19 km boru xətti və Şəmkiçay su anbarından şəhərə çəkilən uzunluğu 27 km, diametri 1400 mm olan su xəttinin 20 km-i çəkilməmişdir çəkilmiş, Gəncə Göy-göl magistral yolunun kənarında teleqüllə yaxınlığında tutumu 4000 m<sup>3</sup> olan yeni 1-ədəd su anbarının tikintisi başa çatdırılmış, Qızılgaya ərazisində 25 m<sup>3</sup> lik su anbarının və su təmizləyici stansiyanın tikintisi davam etdirilir. Şəhər ərazisində, xüsusilə Məhsəti və Şixzamanlı qəsəbələrində, beş ədəd subartezian quyusunun qazılması işləri tamamlanmışdır. Şəhərin bütün qəsəbələrinin içməli su təchizatının yaxşılaşdırılması, su kanalizasiya sisteminin yenidən qurulması üzrə geniş miqyaslı işlər davam etdirilir. “Azərsu” ASC Sumqayıtda uzunluğu 240 p/m magistral su xətti, uzunluğu 11183 p/m olan məhəllədaxili və şəbəkə su xətləri və uzunluğu 4522 p/m olan kanalizasiya xətti, Mingəçevirdə uzunluğu 3850 pm magistral, uzunluğu 73569 pm və şəbəkə su xətləri, uzunluğu 40649 pm kanalizasiya xətti çəkmişdir. Şirvanda 5170 pm uzunluğunda şəbəkə su xətləri çəkilmiş, 1 ədəd 5000 kub metrlik su anbarı tikilmişdir (10). Şirvan şəhərinin su təchizatı və kanalizasiya sistemlərinin tam şəkildə yenidən qurulması üzrə tikinti işlərinin 2012-ci ilin əvvəllərində başlanacağı nəzərdə tutulsada bu sahədə işlər görülməmişdir.

İri və böyük şəhərlərdə su təchizatı, kanalizasiya sahəsində əhəmiyyətli işlər görülmüşdür. Abşeron iqtisadi-coğrafi rayonunda su və kanalizasiya xidmət sahələrinin inkişafının təhlilindən yaranan bəzi problemlərin həlli üçün aşağıdakı tədbirlərin həyata keçirilməsi zəruridir:

- İri və böyük şəhərlərdə əhalini keyfiyyətli içməli su ilə təminatı, həmçinin bu şəhərlərdə yeni salınan yaşayış massivlərini də su və kanalizasiya xidmət sahələri ilə tam təmin edilməli;

- Sumqayıtda müasir kurort-turizm zonasının yaradılması istiqamətində aparılan işlərlə əlaqədar burada olan Hacı Zeynalabdin və Corat qəsəbələrində su və kanalizasiya təchizatını daha da yaxşılaşdırılmalı, yeraltı sülardan istifadə üçün geniş tədbirlər görülməli;

- İri və böyük şəhərlərdə, onların qəsəbələ və əksər məhəllələrində su və kanalizasiya xətlərinin olmaması və ya köhnə olması avtomobil yollarının çəkilməsi gecikdirir, dövlətin apardığı quruculuq işlərində maneələr yaradır;

- Bu şəhərlərin böyümə inkişaf perspektivi nəzərə alınmalı ətrafı məskunlaşma zonasında demoqrafik inkişafa uyğun sosial-iqtisadi inkişaf təmin edilməsi üçün su təchizatı, kanalizasiya sahəsində əhəmiyyətli işlər görülməlidir;

- Şəhərlərin təsərrüfat kompleksinin strukturunun təkmilləşdirilməsində və regional şəhəryaradıcı bazanın formalaşması üçün ən mühüm strateji istiqamətlərdən biri su və kanalizasiya xidmətinin yenidən qurulmasıdır.

- Şəhərlərdə kanalizasiya sistemi müasir tələblərə uyğun qurulmalı, yağış suyunun axını tənzimlənməli və ondan səmərəli istifadə edilməsi, çirkab sularının təmizlənməsi və təkrar emalı istiqamətində işlərin görülməsi su balansını formalaşmasına müsbət təsir edərək ekoloji vəziyyətin yaxşılaşmasına şərait yaradar.

Sudan səmərəli və daha effektiv istifadənin müasir standartlara uyğunlaşdırılması məsələləri dövrün tələbidir.

#### **Ədəbiyyat siyahısı**

1. Az. Resp. əhalisinin siyahıyaalınması 1999. DSK. IX hissə, Bakı-2001, 612 s.
2. Az. Resp. əhalisinin siyahıyaalınması 2009. DSK. XVII cild, Bakı-2010, 530 s.
3. Azərbaycanda səhiyyə, sosial təminat və ətraf mühit . DSK, Bakı-2011, 283s.
4. Azərbaycanda ətraf mühit . DSK. Bakı-2016, 139 s.
5. Azərbaycan Regionları. DSK, Bakı-2016, 819 s.
6. Azərbaycan əhalisi DSK. Bakı-2001, 630 s.
7. Azərbaycan əhalisi DSK. Bakı-2016, 731 s.
8. Bədəlov E.S. Abşeron iqtisadi-coğrafi rayonunda su təchizatı problemləri / 2-ci Xəzər Beynəlxalq Su Texnologiyaları konfransının materialları. B.-2014, 368-372
9. E.S. Bədəlov, Azərbaycanın iri və böyük şəhərlərdə geodemoqrafik şərait Azərbaycan Respublikasında Demoqrafik İnkişaf: Əhali məskunlaşmasının perspektivləri və regional problemləri” adlı elmi-praktiki konfrans materialları, Bakı-2016, 32-45 s.
10. Regionların sosial-iqtisadi inkişafı (2014-2018-ci illər) Bakı-2016. 591 s.

#### **ПРОБЛЕМЫ ВОДОСНАБЖЕНИЯ В КРУПНЫХ И БОЛЬШИХ ГОРОДАХ АЗЕРБАЙДЖАНА**

**Бадалов Э.С.**

*Институт Географии НАН Азербайджана*

Системы водоснабжения и канализации крупных и больших городов Азербайджана, созданные в советский период, не удовлетворяют потребности населения и не могут обеспечить новосозданных производственных предприятий, поэтому должны полностью перестроены.



Следует отметить, что основные изменения и достижения в этой области произошли с начала 2000-х годов. Среди городов толка в Нахчыване система водоснабжения и канализации было реконструировано. Других городах предпринимают шаги для обновления их систем водоснабжения и канализации. Эта статья посвящена анализу мер, проведенных в соответствии с государственными программами, а также наблюдаемых тенденций.

## **WATER SUPPLY PROBLEMS IN MAJOR CITIES OF AZERBAIJAN**

**Badalov E.S.**

*Institute of Geography, National Academy of Sciences of Azerbaijan*

Water supply and sewerage systems of the largest cities of Azerbaijan, built in the soviet period, need to be completely reconstructed to meet needs of population augmented for the last years and to ensure the development of newly created production areas.

It should be noted that major changes and advances in this area have taken place since the early 2000 s. Water supply and sewerage systems of Nakhchivan have been reconstructed. The other cities are taking steps for renovation of their water supply and sanitation systems. This paper deals with the analysis of measures, undertaken in accordance with state programs as well as the observed tendencies.

**Abdullayev Ç.Ə.**

*“Azərsu” ASC,*

*Bakı Slavyan Universiteti, Bakı şəhəri, dag\_373@mail.ru*

XIX əsrin sonundan başlayaraq Qafqaz bölgəsinin ən iri sənaye-ticarət mərkəzi olan Bakının suya olan tələbatının gündən-günə sürətlə artmasına baxmayaraq, ötən əsrin 1860-cı illərinə qədər şəhərin su təchizatının yaxşılaşdırılması sahəsində, demək olar ki, heç bir tədbir görülməmiş və şəhər orta əsrlərdən qalma su mənbələrinin ümidinə qalmışdı. Bakıda neft bumu ərəfəsində şəhər əhalisinin artması Bakı Dumasını narahat edirdi. Çünki şəhər əhalisinin suya olan tələbatı artmaqda idi.

Bakı şəhəri və onun ətraf sənaye rayonlarının su təchizatı, habelə Abşeron kəndlərində sudan istifadənin üsulları, su təchizatının yaxşılaşdırılması sahəsində həyata keçirilən tədbirlər, bu istiqamətdə görülmüş işlərin müxtəlif mərhələlərinin səciyyəsinə əhatə edir.

1892-ci ildə isə Bakıda vəba epidemiyası yayılması ilə bağlı, şəhərin quyu və kəhriz suları yararsız hesab edilərək istifadəyə qadağan olunmuşdu. Həmin dövrdə şəhərin su təminatını reallaşdırmaq üçün mühəndislərdən təkliflər alınmışdı. Bu məqsədlə Moskvadan Altuxov, Parisdən Dymon və Tiflisdən Royt Bakı Dumasına Kür suyunun şəhərə gətirilməsinə dair üç layihə təklif etmişlər. Lakin bu layihələr Sankt-Peterburqdakı Texniki-İnşaat İnstitutu tərəfindən bir sıra texniki qüsurlara və smeta xərclərinin düzgün hesablanmamasına görə qəbul olunmamışdır.

Bu ərəfədə Bakının su təchizatı məsələlərinin həllində yerli şəraitə yaxşı bələd olan və yerli əhali arasında böyük nüfuza malik neft milyonçusu Hacı Zeynalabdin Tağıyev də yaxından iştirak edirdi. Avropa ölkələrinə səfər edən Tağıyev istirahətlə yanaşı, eyni zamanda, müxtəlif sahələri əhatə edən yeniliklərlə də maraqlanırdı. Tağıyev xaricə səfəri zamanı Bakıdakı içməli su probleminin tənzimlənməsi üçün Almanıyanın və Fransanın şəhərlərində su və kanalizasiya qurğuları ilə yaxından tanış olurdu.

Şəhərin su təchizatı problemini həll etmək üçün 1899-cu ilin aprelində şəhər duması Kür və ya Samur çayından su kəməri çəkmək, şəhər kanalizasiyasını təşkil etmək üçün vəsait ayırmaq haqqında qərar çıxararaq, təklif layihəsinin hazırlanması üçün digər əcnəbi mütəxəssislərə də müraciət etmişdir. Kür və Samur çaylarından bu layihələrin hazırlanması üçün Almaniyadan ingilis əsilli mühəndis Vil-yams Lindley məsənət Hacı Zeynalabdin Tağıyevin şəxsi təşəbbüsü ilə 1899-cu ildə Almanıyanın Frankfurt-Mayn şəhərindən Bakıya dəvət olunur.

Dəvət öncəsi arxiv sənədlərinə istinadən V.H.Lindley 1899-cu ildə Almanıyanın Manhaym və Frankfurt Mayn şəhərlərindən alman və fransız dillərində Bakı Dumasına və Bakı şəhərinin memarı, polkovnik Nikolay Avqustoviç fon der Noneyə ünvanladığı teleqram-məktublarda ərazi ilə bağlı xəritə və sənədləri hazırlamağı xahiş etmişdir.

Azərbaycanın şimal ərazisindən Bakıdan təxminən 187 km məsafədə olan Xudat dəmiryolu stansiyası yaxınlığında içməyə yararlı su bulaqlarının çoxluğu Lindleyin diqqətini cəlb edir. Çay suyundansa yeraltı qrunut sularına üstünlük verən Lindley Şəhər Dumasına bu ərazidən yeraltı sular ilə su təminatının reallaşdırılmasına üstünlük verilməsi təklifini irəli sürür. Şəhər Duması bu təklif üçün maliyyə ayırmır və Lindleyə yalnız Kür və Samur çaylarından su təminatının tədqiqi ilə məşğul olmağı məsləhət görür.



Bu ərəfədə Quba qəzasında Şahdağın ətəyində yeraltı su axtarışları ilə məşğul olan tədqiqat qrupunun üzvü alman mühəndis Şoll 1902-ci ildə maleriya xəstəliyi ucbatından Azərbaycanı tərk etməli olur. Daha sonra Şollun işlərini cənab fon Pfiffer davam edərək çəkəcək su xəttinin ilkin layihəsini Lindleyə təqdim edir.

V.Lindley yeni hidroloji axtarışlarından sonra təklif olunan layihəni Şəhər Dumasına Şollar su mənbəyindən Bakıya su xəttinin çəkilişi variantını təklif edir. Bu proseslər ərəfəsində birinci dünya müharibəsi cərəyan etdiyi üçün görülməli işlər müvəqqəti təxirə salınır.

1907-ci ildə Lindley yenidən Bakıya dəvət olunur və ona Şollar su mənbəyindən Bakının yeraltı sularla təminatının tam araşdırılması və layihənin hazırlanması həvalə olunur.

Nəhayət 1909-cu ildə Tiflis şəhərində keçirilən IX Su Təchizatı Qurultayında V.Lindley Şollar layihəsini təqdim edir və uzun mübahisələrdən sonra qurultay layihəni təsdiqləyir.



Bakı-Şollar su kəmərinin inşası qərarı 5 may 1909-cu ildə Bakı Şəhər Dumasında öz həllini tapır. Qəbul edilən qərarə əsasən, Şəhər Dumasına istiqraz buraxmaq tapşırılır.

Belə bir mürəkkəb və unikal layihənin həyata keçirilməsi üçün cənab V.Lindley bu işə xaricdən bacarıqlı mütəxəssisləri cəlb etməklə yanaşı, yerli mütəxəssislərin də əməyindən istifadə etmişdir. Qeyd edək ki, bu möhtəşəm tikintinin gedişatında bütün problemlərin həllində V.Lindley israrlı olmuşdur.

1916-cı ildə su kəməri öz axarı ilə Nasosnu stansiyasına qədər çəkilərək Bakıda tikilmiş su anbarlarına nasos vasitəsilə axıdılmışdır. 1917-ci ilin mart ayında Novruz Bayramı öncəsi Bakıda müxtəlif məhəllələrdə tikilmiş su köşkləri vasitəsilə əhaliyə təmiz içməli sular vedrələrdə paylanmışdır.

Şollar-Bakı Su Qurğuları Kompleksinin ümumiyyətcə inşasında xidməti olmuş hər bir kəsin, ələlxüsusda V.Lindleyin əziz xatirəsi xalqımız tərəfindən hər zaman anılaraq adı uca tutulur.

Bakı Dumasının düzgün seçim etdiyi mühəndisin həyat tərzinə nəzər salsaq, görərik ki, o, son dərəcə hazırlıqlı və böyük məktəb keçmiş mühəndis ailəsindəndir. Ailəlikcə mühəndis olan ingilis əsilli V.H.Lindleyin atası V.Lindley Almaniyanın Hamburq şəhərinin su sistemini qurduğu dövrdə, 1853-cü ildə kiçik Lindley dünyaya gəlmişdir.



Lindleyin atasının Almaniya və Avropadakı layihələri uğurlu olduğu üçün sonralar onun xatirəsini əbədləşdirmək üçün Hamburq şəhərində heykəli qoyulmuş və 2008-ci ildə alman dilində “Konstrukteur der modernen Stadt. William Lindley in Hamburg und Europa 1808-1900” (Müasir şəhərin konstrukturu. Villiam Lindley Hamburq və Avropada 1808-1900) adlı fundamental kitab nəşr olunmuşdur.

Frankfurt am Main Arxivində aparılan araşdırmalardan da görünür ki, V.Lindleyin Qafqaza ilk səfəri 1895-ci ildə Tbilisi şəhərinə olmuşdur. Frankfurt am Mayn və Manhaym Şəhər Arxivlərindəki sənədlərə əsasən, Bakı ilə bağlı yazışmaları və əlaqələri 1899-cu ili göstərir. Lindley Şollar-Bakı layihəsini hazırladığı dövrdə paralel bir neçə şəhərdə əsasən Manhaym şəhər su və elektrik sisteminin qurulmasını həyata keçirmiş. Onun adı ilə bağlı olan Varşava, Budapeşt, Praqa və çoxsaylı digər layihələri unikalılığı ilə tarixə həkk

olunmuşdur. V.Lindleyin adına Frankfurt am Mayn şəhərində küçə ünvanlanmış, Londonda vaxtilə yaşadığı evin önündə isə xatirə lövhəsi asılmışdır.

Atasının uğurlu məktəbini keçən ser V.H.Lindleyin son layihəsi Bakı şəhərinin su təchizatı ilə bağlı olmuşdur. Atası kimi Avropanın, əsasən mərkəzi şəhərlərində öz mühəndislik fəaliyyəti ilə uğur qazanan V.H.Lindleyin adını əbədləşdirmək üçün Varşavada parkda heykəli qoyulmuş və adına küçə ünvanlanmışdır. Onun da fəaliyyətini əks etdirən “Lindleyowie. Dzieje inżynierskiego rodu” kitabı prof. R.Zelikovski tərəfindən polyak dilində çap olunmuşdur. Qürurverici haldır ki, kitabda Lindleyin Şollar-Bakı Su Qurğuları Kompleksi haqqında ətraflı yazılmış və fotosəkillərlə tərtib olunmuşdur.

2014-cü ildə Şollar su xəttinin 100 illiyi öncəsi mühəndis V.Lindleyin nəticələrinin Bakıya səfər etmələri də tarixi hadisə idi. Onlar babalarının hələ keçmişdə, Azərbaycanda multikultural mühitdə yaşamasını, Azərbaycan mədəniyyətinə və qonaqpərvərliyinə aşıq olmalarını, heyranlıqla öz təşəkkür məktublarında ifadə etmişdilər.



Nümayəndə heyətinin tərkibində Bakıya səfər edən “Lindleylər Cəmiyyəti”nin sədri polşalı alim professor Rişard Zelişovski Bakı ilə bağlı xatirələrində yazırdı:

“Cənab Sədr, mən özüm də Sizə bizim Bakıdakı səfərimizin belə gözəl qonaqpərvərlik və mükəmməl təşkilatçılıqla həyata keçirilməsinə görə təşəkkür edirəm. Lindley ailəsinin tarixinə dair bir çox nəşrlərin müəllifi kimi Şollar su təchizatını və ümumiyyətlə Viliam Herleyn Lindley tərəfindən hazırlanmış su təchizatı sistemini görmək mənə xüsusilə maraqlı idi. Sistemin bütün elementlərinin qorunub saxlandığını və hələ də işlədiyini görəndə mən çox təəccübləndim. Varşavada olduğu kimi. Qədim də olsa keyfiyyətli! “Azərsu”dan bizə ev sahibliyi və bələdçilik edən hər kəs sanki onları əhatə edən tarixdən qürur hissi keçirirdi. Onların uzun müddət öncə - Azərbaycan Xalq Cümhuriyyətinin çiçəklənən dövründə Lindleyin gördüyü işlər haqqında bu qədər məlumatlı olmaları mənə heyrətləndirdi.

Cənab Sədr, Sizə növbəti illərdə “Azərsu”nun idarə olunmasında və 2017-ci ildə V.H.Lindley tərəfindən hazırlanmış su təchizatı sisteminin 100 illiyinin təntənəli qeyd olunmasında uğurlar arzu edirəm”.

Lindleyin nəticələri geriye döndükdən sonra öz təşəkkürlərini bir daha “Azərsu” ASC-nin sədri Qorxmaz Hüseynova ünvanlamışdılar.

“Azərsu”ASC də öz növbəsində bu tarixi və unikal qurğuda zəhməti olmuş şəxslərin daim xatirəsini uca tutur. İstər Bakı Dumasının üzvləri, istərsə də Hacı Zeynalabdin Tağıyev, İsa bəy Hacinski və başqalarının da xidmətləri tarixdə əbədi yaşayacaqdır. Vaxtilə Bakıda Lindleyin rəhbərliyi ilə çalışan polşalı mühəndis Stefan Skjivanın da Lodz şəhərində xatirə lövhəsinin açılması “Azərsu” ASC-nin dəstəyi ilə ərsəyə gəlmişdir.

Hal-hazırda unikalılığı ilə insanları heyran edən “Şollar-Bakı su qurğular kompleksi” saat kimi işləməkdədir. Bakıda tikilib istifadəyə verilmiş su anbarları, su paylayıcı köşklər, ümumiyyətlə Şollar su kəməri ilə bağlı tikililər abidə xarakterli olmaqla, XX əsrin əvvəllərini əks etdirən nümunələrdəndir.

Müasir dövrümüzdə də Azərbaycanda aparılan genişmiqyaslı su təchizatı və kanalizasiya layihələri həyata keçirilərkən layihələrin keyfiyyətli icrasını təmin etmək üçün “Azərsu” podratçı təşkilatlara “Şollar” layihəsini nümunə göstərir.

Düşünürəm ki, unikal qurğunun tarixini əbədləşdirmək üçün Şollar Su Qurğuları Kompleksinin 100 illiyi ərəfəsində silsilə elmi-publisistik yazılar dərc olunacaq, kitablar yazılacaq, filmlər göstəriləcək, sərgi və konfranslar təşkil olunacaqdır.

#### **Ədəbiyyat siyahısı**

1. Frankfurt Şəhər Tarixi İnstitutu (Institut für Stadtgeschichte Frankfurt)
2. “Lindleyowie. Dzieje inżynierskiego rodu” Varşava, 2002, R.Zelikovski
3. “Azərsu” ASC arxivinin materialları
4. Alman-Azərbaycan əlaqələri, Bakı, 2000, Ç.Abdullayev

#### **УНИКАЛЬНАЯ КОНСТРУКЦИЯ 20 ВЕКА: ШОЛЛАР – 100**

**Абдуллаев Ч.А.**

*ОАО “Азерсу”,*

*Бакинский славянский университет, г.Баку, dag\_373@mail.ru*

#### **РЕЗЮМЕ**

Данная статья посвящена древней истории водопровода Шоллар и какое важное значение имеет этот водопровод для города Баку. Главные направления статьи деятельность английского инженера Линдлея в Баку и строительство водопровода Шоллар. Архивные материалы о деятельности Линдлея в городах Франкфурт на Майне и Манхайм были использованы в данной статье. Также в данной статье описаны воспоминания проф. Зеликовского о городе Баку.

#### **THE UNIQUE CONSTRUCTION OF 20 CENTURY: SCHOLLAR-100**

**Abdullaev Ch.A.**

*“Azersu” OJSC, Baku Slavic University, Baku, dag\_373@mail.ru*

#### **SUMMARY**

This article is about the ancient history of the water pipe Schollar and the meaning of this waterpipe for Baku city. The activity of English engineer W. H. Lindley in Baku and the construction of the water pipe Schollar are the mainstreams of the article. The archive materials about the activity W. H. Lindley of the cities Frankfurt am Main and Mannheim was used in this article. The author wrote in this article also about recollections by professor R. Zelichowski about Baku.

## ВЫБОР ЭФФЕКТИВНЫХ ИНГИБИТОРОВ ДЛЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СХЕМ ОПРЕСНЕНИЯ МОРСКОЙ ВОДЫ

**А.П. Андрианов<sup>1</sup>, А.Г. Первов<sup>2</sup>, Р.В. Ефремов<sup>3</sup>, Д.В. Спицов<sup>4</sup>**

- <sup>1</sup> Андрианов Алексей Петрович, кандидат технических наук, доцент кафедры «Водоснабжение и водоотведение», Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет 129337, Россия, Москва, Ярославское шоссе, 26, тел.: (499) 183-36-29, [AndrianovAP@mgsu.ru](mailto:AndrianovAP@mgsu.ru)
- <sup>2</sup> Первов Алексей Германович, доктор технических наук, профессор кафедры «Водоснабжение и водоотведение», Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет 129337, Россия, Москва, Ярославское шоссе, 26, тел.: (499) 183-36-29, [ale-pervov@yandex.ru](mailto:ale-pervov@yandex.ru)
- <sup>3</sup> Ефремов Роман Владимирович, кандидат технических наук, старший преподаватель кафедры «Водоснабжение и водоотведение», Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет 129337, Россия, Москва, Ярославское шоссе, 26, тел.: (499) 183-36-29, [EfremovRV@mgsu.ru](mailto:EfremovRV@mgsu.ru)
- <sup>4</sup> Спицов Дмитрий Владимирович, кандидат технических наук, доцент кафедры «Водоснабжение и водоотведение», Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет 129337, Россия, Москва, Ярославское шоссе, 26, тел.: (499) 183-36-29, [SpicovDV@mgsu.ru](mailto:SpicovDV@mgsu.ru)

Опреснение морской воды методом обратного осмоса широко применяется для целей питьевого и хозяйственного водоснабжения. Однако одной из главных проблем, осложняющих работу установок, является образование малорастворимых солей в мембранных аппаратах. Для предотвращения образования на мембранах кристаллических осадков используются различные методы. Наиболее эффективным является дозирование ингибиторов в исходную воду. Разработаны различные эффективные ингибирующие вещества. В последние годы основным направлением исследований в этой области стали новые типы ингибиторов, которые не содержат фосфор и легко подвергаются биоразложению. Проведены испытания шести новых ингибиторов, не содержащих фосфора, дано их сравнение с традиционно применяемым ингибитором Аминат-К. Представлены экспериментальные зависимости, позволяющие определить скорость образования осадка карбоната кальция в мембранных аппаратах. На основании полученных данных рассчитаны оптимальные значения эксплуатационных затрат на опреснение морской воды. Главной целью исследований было сравнение эффективности новых разработанных и традиционных ингибиторов при их применении в схемах опреснения морской воды (на примере имитата воды Каспийского моря). Вывод об эффективности применяемых ингибиторов делается на основе определения минимальной величины эксплуатационных затрат на опреснение.

**Ключевые слова:** морская вода, водоподготовка, опреснение, мембранный аппарат, обратный осмос, осадок малорастворимых солей, ингибитор.

Широкое использование технологии обратного осмоса и нанофильтрации при подготовке воды для целей питьевого и хозяйственного водоснабжения во многом обусловлено успешным решением ряда проблем, связанных с образованием на мембранах осадков малорастворимых солей ( $\text{CaCO}_3$  и  $\text{CaSO}_4$ ). Ранее для предотвращения образования таких отложений приходилось разрабатывать схемы с применением подкисления, реагентного или ионообменного умягчения. Это делало установки обратного осмоса чрезвычайно дорогостоящими. Применение новых эффективных ингибирующих веществ обеспечило методу обратного осмоса широкое распространение в области технологий водоподготовки [1].

Долгое время в качестве ингибиторов использовались полифосфаты (гексаметафосфат натрия, триполифосфат натрия и др.). Реагенты первого поколения имели такие недостатки, как низкая гидролитическая стабильность и плохая растворимость. В последние годы в качестве сервисных реагентов используются более эффективные ингибиторы на основе натриевых солей фосфоновой или акриловой кислот [2; 3]. Однако широкое внедрение технологии обратного осмоса в водоподготовку становится причиной возникновения экологических проблем, поскольку сбрасываемые концентраты мембранных установок содержат биогенные элементы – ингибиторы (в основном полимеры на основе фосфоновых кислот), и их сброс в поверхностные водоемы приводит к эвтрофикации последних.

Большинство современных исследований посвящено синтезу новых, так называемых «зеленых» ингибиторов, которые не содержат фосфаты и другие биогенные элементы, а также хорошо подвержены биоразложению в природной среде [4–12]. Среди новых типов ингибиторов наиболее известны производные полиаспаргиновой, полиэпоксиянтарной и полималеиновой кислот, которые показали высокую эффективность в предотвращении образования осадков карбоната и сульфата кальция в мембранных аппаратах [8; 10; 11]. Итоги многих исследований по определению характеристик новых разрабатываемых ингибиторов во многом зависят от выбранных методик проведения экспериментов, часто дающих противоречивые результаты вследствие различных условий образования и роста осадков.

Ингибирующие вещества применялись в качестве реагентов для предотвращения образования на мембранах осадков малорастворимых солей при обработке подземных вод с солесодержанием от 100 до 10 000 мг/л. С конца 1990-х годов ингибиторы стали использоваться и в установках по опреснению морской воды. Обзор технологических схем установок опреснения и методов предотвращения образования осадков показывает, что до этого времени ингибиторы не использовались для получения очищенной воды из морской [13]. Это объясняется тем, что благодаря высокому солесодержанию (ионной силе) морской воды при ее обработке не происходит пересыщение раствора по малорастворимым солям карбоната и сульфата кальция. В современных установках опреснения морской воды в ряде случаев реагенты также не применяются.

Интерес к ингибиторам, особенно «зеленым», связан с ужесточением требований Всемирной организации здравоохранения к содержанию в опресненной воде бора (борной кислоты). Как известно, бор плохо задерживается мембранами. Ортоборная кислота  $H_3BO_3$  в воде диссоциирует на ионы  $H^+$  и  $[B(OH)_4]^-$ . Ион  $[B(OH)_4]^-$  плохо задерживается мембранами при  $pH < 9$ . Чтобы обеспечить селективность обратноосмотических мембран не менее 90–95%, исходную воду подщелачивают. Однако добавлять едкий натр или известь непосредственно в исходную морскую воду опасно, поскольку это может вызвать образование на мембранах осадка карбоната кальция.

Для эффективного удаления бора при опреснении морской воды используются двухступенчатые схемы (рис. 1).

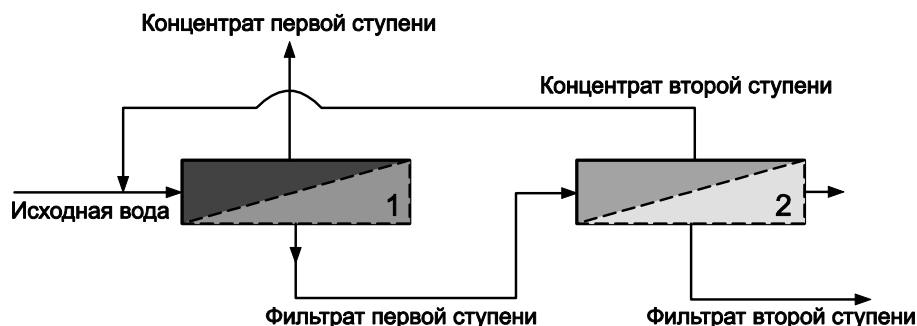


Рис. 1. Двухступенчатая технологическая схема опреснения морской воды мембранным аппаратом: 1 – первой ступени; 2 – второй ступени

На первой ступени применяются мембраны высокого давления. Далее чистая вода (фильтрат первой ступени) проходит обработку на мембранах второй ступени, где обычно используются низконапорные мембраны (поскольку фильтрат первой ступени имеет солесодержание не выше 1000–2000 мг/л). Для увеличения селективности мембран по бору в фильтрат первой ступени добавляется едкий натр или известь. Едкий натр предпочтительнее, поскольку при добавлении извести в воде увеличивается не только pH, но и концентрация ионов  $\text{Ca}^{2+}$ , что повышает риск образования осадка карбоната кальция.

В современных схемах опреснения морской воды на первой ступени часто используют нанофильтрационные мембраны, при этом солесодержание фильтрата первой ступени составляет 10–12 г/л. Благодаря этому сокращаются эксплуатационные затраты (снижается расход электроэнергии), достигается высокое значение выхода фильтрата (до 0,5). На обеих ступенях используется оборудование низкого давления (насосы, арматура, трубопроводы, корпуса фильтров), что сокращает капитальные затраты.

Основной проблемой при опреснении морской воды с помощью современных композитных мембран является проникновение в фильтрат ионов кальция и магния. Это связано с химическим составом морской воды: содержание двухвалентных ионов Ca и Mg не уравнивается содержанием двухвалентных сульфат-ионов  $\text{SO}_4^{2-}$ . При обработке воды селективность мембран по двухвалентным ионам обычно выше, чем по одновалентным. Поэтому ионы  $\text{SO}_4^{2-}$  задерживаются практически на 100%. Ионы Ca и Mg (избыток ионов), не связанные с  $\text{SO}_4$ , задерживаются хуже. Они проникают в фильтрат вместе с ионами Na вследствие электронейтральности. Отрицательный заряд мембран способствует также проскоку ионов кальция и магния. Добавление NaOH в фильтрат приводит к увеличению концентрации карбонат-ионов  $\text{CO}_3^{2-}$  и, соответственно, к пересыщению по карбонату кальция. Дозирование ингибитора в фильтрат первой ступени позволяет предотвратить образование карбонатных отложений.

Эффективность действия ингибиторов определяет допустимую величину выхода фильтрата установки второй ступени. Концентрат второй ступени смешивается с исходной водой, поэтому от значений выхода фильтрата второй ступени зависит общая величина выхода фильтрата установки и, соответственно, размер эксплуатационных затрат. С другой стороны, увеличение выхода фильтрата приводит к повышению концентрации бора в фильтрате второй ступени. Чтобы повысить селективность мембран по бору на второй ступени, следует увеличить показатель pH исходной воды (фильтрата первой ступени). Поэтому ингибиторы должны иметь следующие свойства и характеристики: эффективность при высоких значениях pH; эффективность при высоком выходе фильтрата; сохранение эффективности при минимальной дозе для сокращения сброса ингибирующих веществ вместе с концентратом установки.

Влияние веществ, содержащихся в концентратах установок обратного осмоса, на состояние морей рассматривалось в [1; 13; 14]. Для снижения опасности загрязнения прибрежных вод биогенными элементами вместо традиционно применяемых ингибиторов разрабатываются новые, не содержащие фосфора.

Испытания ингибиторов при различных значениях pH после добавления едкого натра в опресняемую воду проводились на имитатах воды Каспийского моря, а также на фильтрах, полученных при обработке морской воды с помощью низконапорных обратноосмотических и нанофильтрационных мембран.

Как было указано выше, от действия ингибиторов зависит величина выхода фильтрата обратноосмотической установки (доля расхода опресненной воды от общего расхода опресняемой воды) и, соответственно, эксплуатационные затраты (на электроэнергию и реагенты для химических промывок мембран). Поэтому главной



целью исследований было сравнение эффективности новых разработанных и традиционных ингибиторов при их применении в схемах опреснения морской воды (на примере воды Каспийского моря). Вывод об эффективности применяемых ингибиторов делается на основе определения минимальной величины эксплуатационных затрат на опреснение.

Исследования предусматривали решение следующих задач:

- 1) выбор наиболее эффективных ингибиторов из ряда новых образцов путем сравнения скоростей осадкообразования на рулонных мембранных элементах;
- 2) отработка возможных схем опреснения воды Каспийского моря – одноступенчатой с подщелачиванием исходной морской воды, двухступенчатых с подщелачиванием фильтрата первой ступени; выбор наиболее эффективных параметров работы опреснительной установки;
- 3) определение эффективности ингибиторов, рекомендуемых для схем опреснения морской воды;
- 4) оценка и оптимизация эксплуатационных затрат, выбор оптимальных величин выхода фильтрата, доз NaOH и ингибиторов.

Для испытания ингибиторов требуется разработка методики, позволяющей учитывать условия в аппаратах и особенности технологических схем. В ранее опубликованных работах [2; 3] описаны методики определения скорости осадкообразования в присутствии ингибиторов.

Новые «зеленые» ингибиторы также испытывались для случаев обработки подземных вод [15]. В схемах очистки морской воды имеется определенная специфика – другие условия работы мембранных аппаратов при высоких значениях pH [3]. При этом ингибиторы могут терять эффективность в предотвращении роста кристаллов карбоната кальция, поэтому эта область их применения требует отдельного изучения и разработки специальных ингибирующих составов для опреснения морской воды.

Для испытаний использовались промышленные образцы новых ингибиторов, не содержащих фосфора: натриевая соль полиаспаргиновой кислоты (PASP); сополимер малеиновой и акриловой кислот (МА/АА); полиэпоксиянтарная кислота (PESA); натриевая соль полиакриловой кислоты (PAAS). Ингибиторы предоставлены компанией *Shandong TaiHe Water Treatment Co. Ltd* (Китай). В качестве образцов для сравнения были использованы выпускаемый в промышленных масштабах ингибитор марки Аминат-К (производство фирмы «Траверс», Россия), представляющий собой смесь натриевых солей метилиминодиметилфосфоновой и нитрилтриметилфосфоновой кислот, и нитрилотриметиленфосфоновая кислота (НТФ) производства ЧПО «Химпром» (Новочебоксарск).

Также были испытаны новые реагенты, синтезированные в лаборатории ПАО НЦ «Малотоннажная химия», – полиаспартат натрия (ПАСП) и линейный низкомолекулярный полиакрилат (ПАК-4).

При проведении экспериментов использовали рулонные мембранные элементы с обратноосмотическими и нанофильтрационными мембранами типоразмера 4040 производства компании *CSM* (Южная Корея). Для опреснения воды Каспийского моря с содержанием 17 500 мг/л в одну ступень были выбраны мембраны среднего давления типа ВЕ, рабочее давление составляло 16 и 32 бар. Для двухступенчатого опреснения морской воды на первой ступени применялись мембранные элементы NE 4040-90 с нанофильтрационными мембранами и элементы RE 4040-BLN с низконапорными обратноосмотическими мембранами. Рабочее давление на первой ступени составляло 16 бар. На второй ступени опреснения использовались мембранные элементы RE 4040-BLN, также работающие под давлением 16 бар.

Схема экспериментальной установки представлена на рис. 2. Ингибиторы дозой 1–10 мг/л подавались в бак исходной воды. Доза едкого натра составляла 0,5–1,5 мг-экв/л, что позволило повысить pH до 8,9–10,5.

Методика определения эффективности применяемых ингибиторов состояла в подсчете количества накопленного на мембранах в процессе эксперимента осадка карбоната кальция и скорости его образования в зависимости от величины выхода фильтрата, определяемой в зависимости от снижения объема исходной воды [2; 3; 16].

Программа исследований состояла из четырех серий экспериментов:

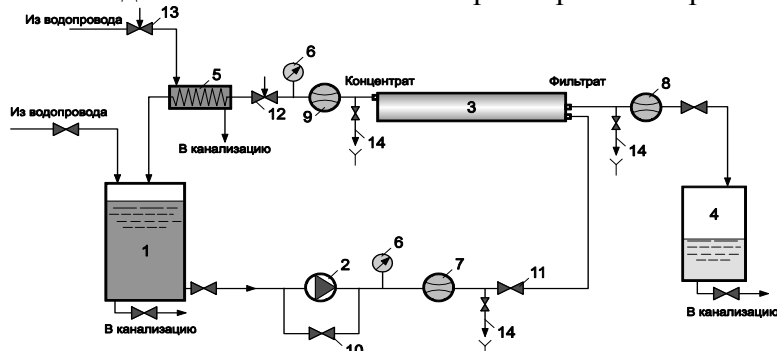


Рис. 2. Схема лабораторной установки очистки воды с нанофильтрационными и обратноосмотическими мембранами

1 – бак исходного раствора; 2 – насос высокого давления; 3 – рулонный мембранный элемент в корпусе; 4 – бак сбора фильтрата; 5 – теплообменник; 6 – манометры; 7 – ротаметр исходной воды; 8 – ротаметр фильтрата; 9 – ротаметр концентрата; 10 – регулирующий вентиль на байпасе насоса; 11 – регулирующий вентиль на линии исходной воды; 12 – регулирующий вентиль на линии концентрата; 13 – регулирующий вентиль на линии охлаждающей воды; 14 – прободборники

*Первая серия.* Сравнительные испытания традиционных и новых ингибиторов на модельном растворе, имитирующем воду с повышенной жесткостью, для предварительного выбора наиболее перспективных реагентов.

*Вторая серия.* Определение технологических показателей при опреснении морской воды – эффективности очистки в зависимости от схемы, типа мембран, выхода фильтрата.

*Третья серия.* Проведение испытаний ингибиторов на имитате морской воды при ее подщелачивании.

*Четвертая серия.* Проведение сравнительных испытаний при подщелачивании фильтрата первой ступени.

В качестве исходной воды в первой серии экспериментов использовался модельный раствор, приготовленный на основе московской водопроводной воды путем добавления растворов солей  $\text{CaCl}_2$ ,  $\text{MgSO}_4$  и  $\text{NaHCO}_3$  в количестве 5; 1 и 6 мг-экв/л соответственно и имитирующий воду с повышенной жесткостью. Химический состав модельного раствора: общее солесодержание  $1000 \pm 40$  мг/л; общая жесткость  $7,8 \pm 0,4$  мг-экв/л; общая щелочность  $7,9 \pm 0,2$  мг-экв/л; pH  $8,7 \pm 0,1$ ; содержание кальция  $5,6 \pm 0,2$  мг-экв/л, сульфатов  $60 \pm 5$  мг/л, хлоридов  $185 \pm 10$  мг/л.

На рис. 3 представлены результаты определения массы накопленного осадка  $\text{CaCO}_3$  при дозах ингибитора 2, 5 и 10 мг/л. Наибольшую эффективность при дозах 5 и 10 мг/л и кратности концентрирования (уменьшения объема исходной воды) до 5, наряду с ингибитором Аминат-К, показали ингибиторы PASP, PESA и новый ПАСП.

Последующие серии экспериментов проводились на имитатах воды Каспийского моря и фильтрата морской воды после обработки на нанофильтрационных мембранах и обратноосмотических мембранах низкого давления. Имитаты готовились с использованием деионизированной воды (фильтрата установки обратного осмоса) с

добавлением  $\text{NaCl}$ ,  $\text{CaCl}_2$ ,  $\text{MgCl}_2$ ,  $\text{MgSO}_4$ ,  $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ . Имитат воды Каспийского моря имел следующий химический состав: общее солесодержание  $17,6 \pm 0,3$  г/л; общая жесткость  $64 \pm 4$  мг-экв/л; содержание кальция  $11 \pm 1$  мг-экв/л; общая щелочность  $1,4 \pm 0,2$  мг-экв/л; pH  $8 \pm 0,2$ ; содержание сульфатов  $1320 \pm 80$  мг/л. Имитат фильтрата морской воды после обработки на нанофильтрационных мембранах NE-90: общее солесодержание  $1,7 \pm 0,1$  г/л; общая жесткость  $2,5 \pm 0,3$  мг-экв/л; содержание кальция  $0,6 \pm 0,1$  мг-экв/л; общая щелочность  $0,1$  мг-экв/л; pH  $7,8 \pm 0,2$ . Имитат фильтрата морской воды после обработки на обратноосмотических мембранах низкого давления BLN: общее солесодержание  $0,69 \pm 0,4$  г/л; общая жесткость  $1,6 \pm 0,2$  мг-экв/л; содержание кальция  $0,3\text{--}0,4$  мг-экв/л; общая щелочность  $0,05$  мг-экв/л; pH  $7,8 \pm 0,2$ . Значение pH корректировалось от 7,7 до 10,5 путем добавления щелочи.

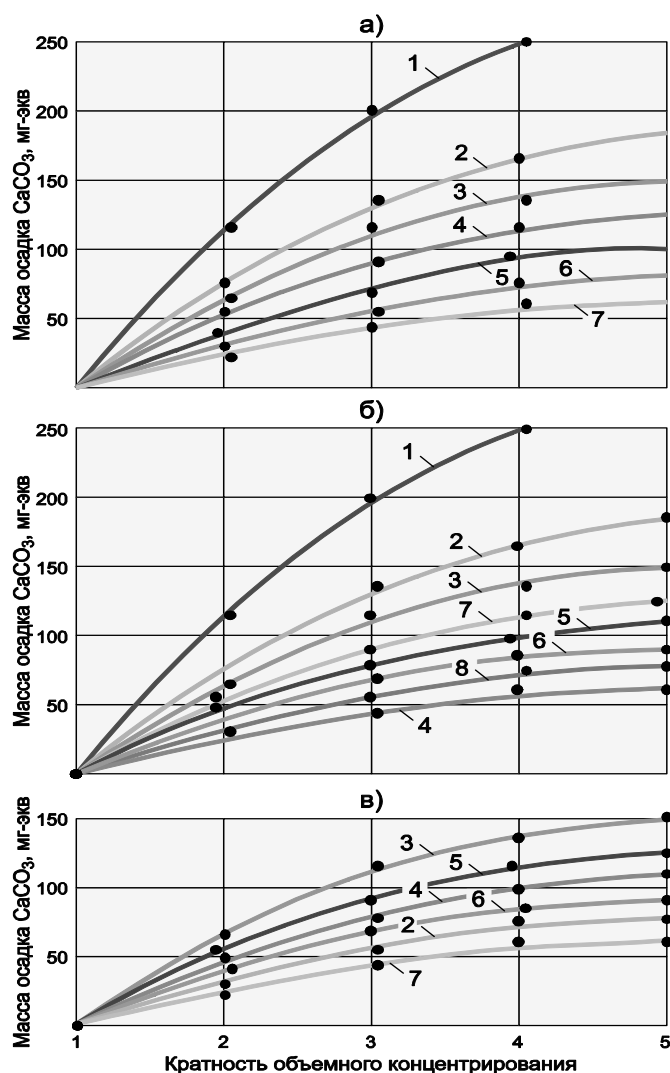


Рис. 3. Результаты определения эффективности различных ингибиторов при обработке водопроводной воды

доза ингибитора, мг/л: а – 2; б – 5; в – 10; 1 – без ингибитора; 2 – МА/АА; 3 – ПАК-4; 4 – PASP; 5 – PAAS; 6 – ПАСП; 7 – PESA; 8 – Аминат-К

На рис. 4 представлены данные сравнения ингибиторов ПАСП и ПАК-4 с ингибитором Аминат-К (доза 5 и 10 мг/л) при различных значениях pH для случая опреснения морской воды с помощью мембран ВЕ.

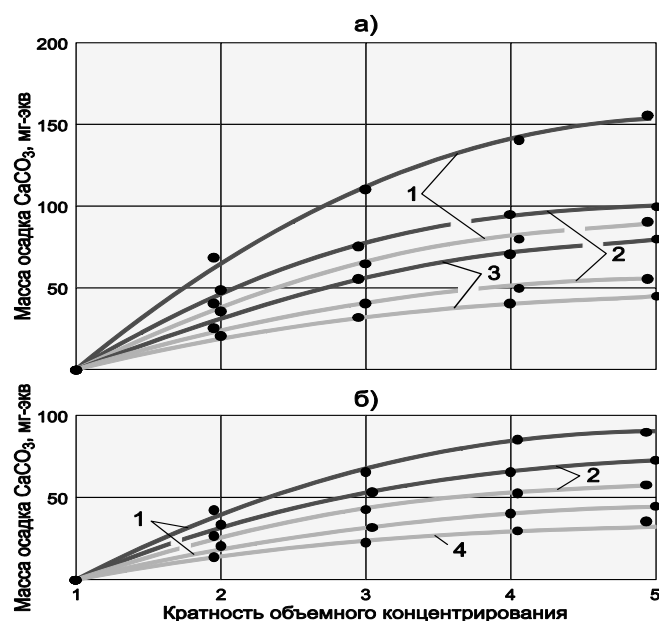


Рис. 4. Результаты определения массы накопленного осадка  $\text{CaCO}_3$  в присутствии различных ингибиторов для одноступенчатой схемы опреснения морской воды на обратноосмотических мембранах BLN

доза ингибитора, мг/л: а – 5; б – 10; 1 – ПАК-4; 2 – ПАСП; 3 – НТФ; 4 – Аминат-К; — рН 8,8; — рН 7

Влияние показателя рН на скорость образования осадка показано на рис. 5. При повышении рН скорость образования осадка сильно возрастает, что требует увеличения дозы ингибитора. Эффективность работы двухступенчатых схем зависит от величины выхода фильтрата на первой и на второй ступенях. Чем больше величина выхода фильтрата на второй ступени, тем меньше расход электроэнергии, и тем меньше требуется воды на первой ступени. По результатам определения скорости образования осадка ингибитор ПАСП демонстрирует более высокую эффективность по сравнению с другими ингибиторами при дозах 5 и 10 мг/л. По своей ингибирующей способности он приближается к таким фосфорсодержащим реагентам, как НТФ и Аминат-К.

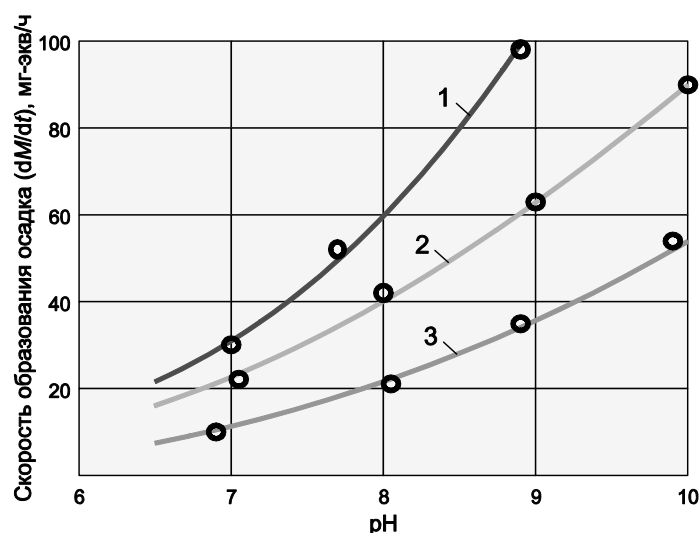


Рис. 5. Зависимость скорости образования осадка от величины рН для различных ингибиторов

1 – ПАК-4; 2 – ПАСП; 3 – Аминат-К

На основании экспериментального определения скорости образования осадка карбоната кальция в мембранных аппаратах в заданных условиях определяется время работы установок до проведения химических промывок (рис. 6).

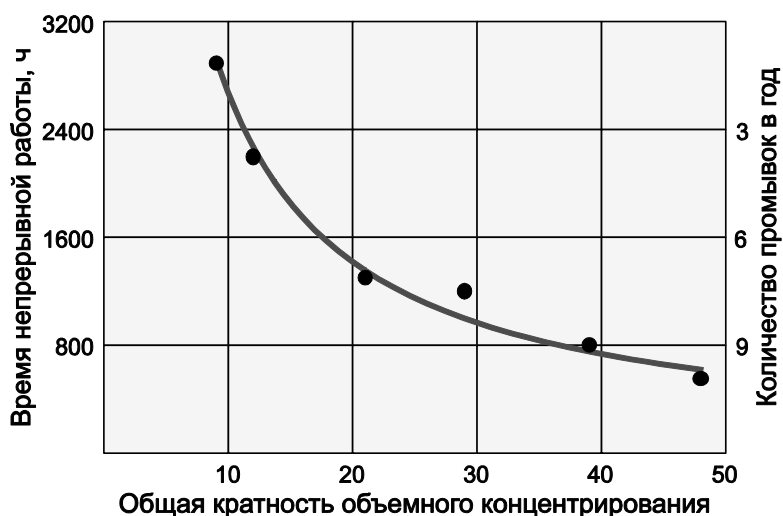


Рис. 6. Определение времени непрерывной работы установки до проведения химических промывок и количества промывок в год

Оптимизация работы установки (выбор оптимальных условий – доз NaOH, ингибиторов, расхода моющих реагентов, расхода электроэнергии) ведется на основе сопоставления затрат на электроэнергию, мембраны и реагенты. Определение селективности и производительности мембран проводилось в процессе испытания ингибиторов.

На рис. 7 представлены результаты определения удельной производительности мембран и общего солесодержания фильтрата испытанных мембранных аппаратов при опреснении воды Каспийского моря в одну и в две ступени. На рис. 7, а показаны кривые снижения удельной производительности мембран BE, BLN и NE-90 при обработке морской воды в зависимости от коэффициента концентрирования К (обработка фильтрата первой ступени опреснения). На рис. 7, б показана динамика изменения солесодержания фильтрата при обработке морской воды мембранами BE, BLN и NE-90. На рис. 7, в, г представлены зависимости удельной производительности мембран и общего солесодержания при обработке фильтрата первой ступени, полученного с применением мембран BLN и NE-90 (на второй ступени – мембраны BLN), в зависимости от кратности концентрирования на второй ступени.

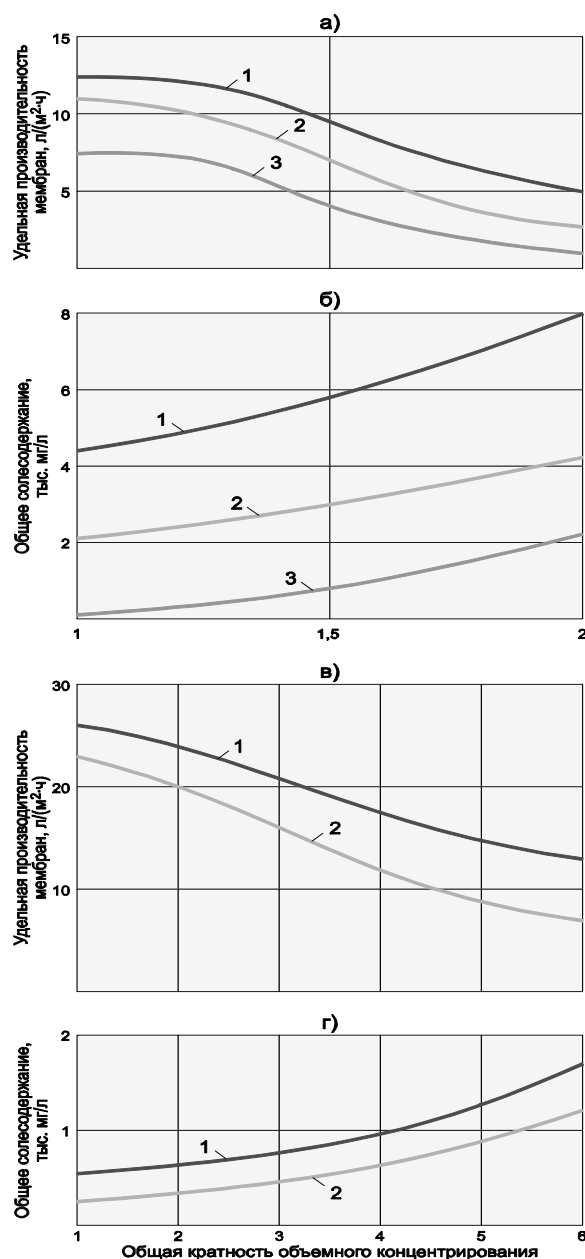


Рис. 7. Определение удельной производительности и солесодержания фильтрата на первой и второй ступенях опреснения

а, б – имитат воды Каспийского моря; в, г – имитат фильтрата первой ступени; 1 – NE-90; 2 – BLN; 3 – BE

С помощью экспериментальных зависимостей (рис. 7) определяются технические характеристики – производительность и выход фильтрата, по которым в дальнейшем рассчитываются капитальные затраты на мембранную установку и эксплуатационные затраты на электроэнергию, реагенты (моющие растворы, едкий натр), ингибитор и замену мембран (рис. 7–11).

Выбор величины выхода фильтрата зависит от качества очистки воды по иону  $[B(OH)_4]^-$ . На рис. 8 представлены зависимости селективности мембран от величины рН исходной воды при обработке исходной морской воды в одну ступень и фильтратов первой ступени (после мембран NE-90) с использованием мембран BLN на второй ступени.

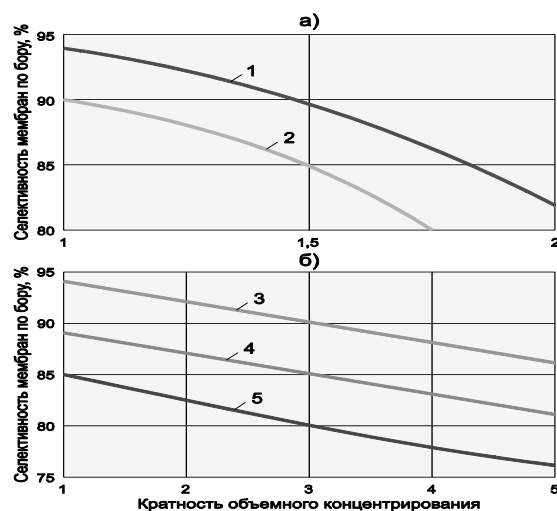


Рис. 8. Динамика изменения селективности мембран по бору  $[B(OH)_4]^-$  на разных ступенях опреснения морской воды в зависимости от pH и кратности объемного концентрирования в установках [16] (рабочее давление 16 бар)

*a* – первая ступень, мембраны BE (среднего давления); *б* – вторая ступень, мембраны BLN (низкого давления); 1 – морская вода + NaOH (pH 9,1); 2 – морская вода; 3 – фильтрат первой ступени (pH 10,5); 4 – фильтрат первой ступени (pH 9,1); 5 – фильтрат первой ступени (pH 8,1)

От показателя pH исходной воды зависит качество очищенной воды при высоком значении выхода фильтрата. Чем выше выход фильтрата, тем меньше затраты на производство воды на первой ступени (мембраны и электроэнергия) и на второй ступени (электроэнергия). Поэтому от эффективности применяемого ингибитора зависят и другие составляющие эксплуатационных затрат (например, расходы на проведение химических промывок мембран от осадка карбоната кальция). Результаты измерения скорости образования карбоната кальция в мембранных аппаратах на первой и второй ступенях в зависимости от величин pH исходной воды показаны соответственно на рис. 9, *a*, *б*.

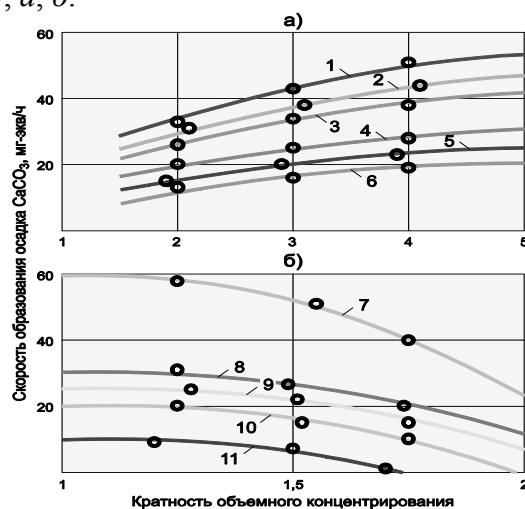


Рис. 9. Результаты расчета скорости образования осадка (в зависимости от показателя pH исходной воды)

*a* – обработка имитата фильтрата первой ступени для двухступенчатой схемы с мембранами BLN (доза ингибитора 10 мг/л); *б* – обработка морской воды; 1 – Аминат-К (pH 8,8); 2 – ПАК-4 (pH 8,9); 3 – ПАСП (pH 8,8); 4 – ПАК-4 (pH 7,8); 5 – Аминат-К (pH 7,9); 6 – ПАСП (pH 7,8); 7 – морская вода + NaOH; 8 – морская вода + NaOH + ПАК-4; 9 – морская вода + NaOH + Аминат-К; 10 – морская вода + NaOH + ПАСП; 11 – морская вода без ингибитора

На рис. 10, *а* приведены зависимости расхода электроэнергии от величины выхода фильтрата при различных схемах обработки воды.

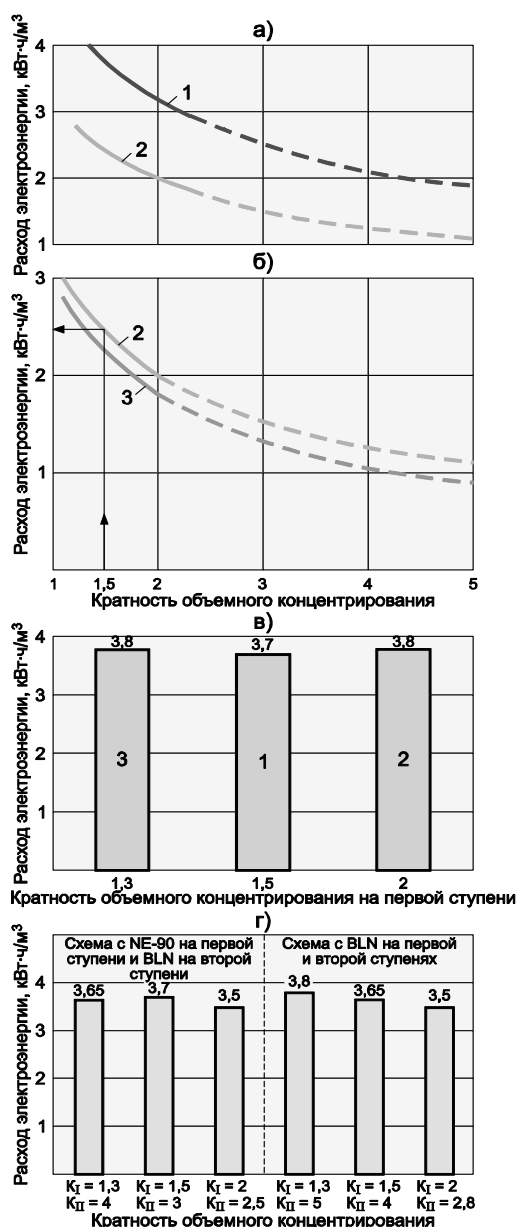


Рис. 10. Сравнение энергозатрат для разных условий работы мембран

*а* – расход электроэнергии на первой и второй ступенях при разном рабочем давлении в зависимости от кратности концентрирования; *б* – расход электроэнергии на первой и второй ступенях при заданных значениях кратности концентрирования; *в* – примеры сравнения энергозатрат при различных схемах опреснения морской воды; *г* – общее сравнение энергозатрат; *I* – первая ступень – мембраны BE,  $K = 1,5$ , давление 30 бар; *II* – первая ступень – мембраны NE-90,  $K = 2$ ; вторая ступень – мембраны BLN,  $K = 2$ , давление 16 бар; *III* – первая ступень – мембраны BLN,  $K = 1,3$ ; вторая ступень – мембраны BLN,  $K = 5$ , давление 16 бар

Для расчета общего расхода электроэнергии расходы по первой и второй ступеням суммируются в зависимости от выбранных величин выхода фильтрата (на каждой ступени), от выбранной технологической схемы и типа мембран.

Учитывая вид выбранной схемы, можно построить график зависимости расхода электроэнергии от суммарной величины выхода фильтрата (или значения кратности концентрирования  $K$ ). Затем следует сделать поправки с учетом селективности по бору,



уточнив дозы NaOH (рис. 8). На первой ступени общие затраты на электроэнергию при кратности концентрирования  $K$  определяются ограничением величины выхода фильтрата из-за его качества (общего солевого содержания) и не зависят от дозы подщелачивания. Подщелачивание влияет только на качество очистки от бора. На второй ступени величина выхода фильтрата (а также допустимой кратности концентрирования) зависит от pH исходной воды. Чем выше показатель pH, тем выше селективность мембран по бору, тем большее значение кратности концентрирования можно принять.

Для определения зависимости расхода электроэнергии от величины конечного выхода фильтрата необходимо сначала определить зависимость выхода фильтрата от кратности концентрирования  $K$  на каждой ступени. Расчеты были проведены для концентрата первой ступени при кратности концентрирования 1,3; 1,5; 2 (с нанофильтрационными мембранами NE-90 на первой ступени и мембранами BLN на второй ступени) (рис. 8, 9). Для каждой схемы определялось содержание солей в фильтрате первой ступени и допустимое значение  $K$  на второй ступени (рис. 10).

Важную часть эксплуатационных затрат составляют затраты на реагенты [6]. В зависимости от определенной скорости осадкообразования можно рекомендовать время работы установки до промывки (рис. 6). График составлен по ранее полученным данным [2].

Скорость образования осадка, а также доза ингибитора определяются по графикам, полученным экспериментально (рис. 3–5). Стоимость реагентов для одной промывки при удельной производительности установки  $1 \text{ м}^3/\text{ч}$  составляет 20 долл. США. Расчет годовых затрат на реагенты (ингибитор и моющие растворы) в зависимости от показателя pH после подщелачивания и величины  $K$  представлен на рис. 11.

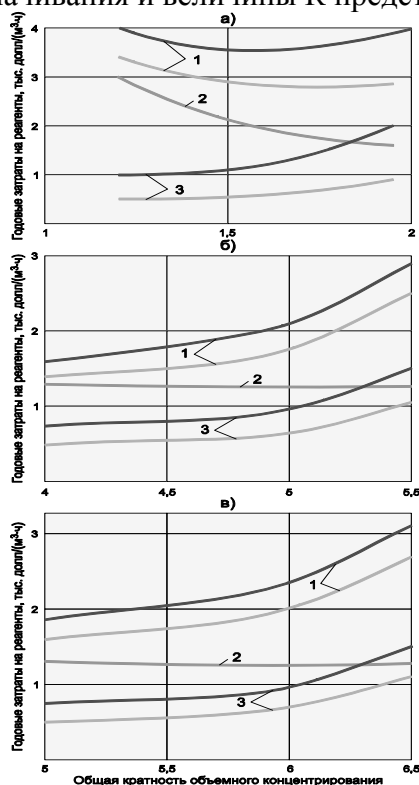


Рис. 11. Расчет удельных годовых затрат на реагенты (моющие растворы и ингибиторы) а – одноступенчатая схема (расход моющего раствора на одну промывку – 16 кг, доза ингибитора 10 мг/л); б – первая ступень – мембраны NE-90, вторая ступень – мембраны BLN (расход моющего раствора на одну промывку 4 кг, доза ингибитора 10 мг/л); в – первая и вторая ступени – мембраны BLN (расход моющего раствора на одну промывку 7 кг, доза ингибитора 10 мг/л); общие затраты: 1 – на реагенты; 2 – на ингибитор; 3 – на моющие растворы; — ПАСП; — Аминат-К

На рис. 12 представлены примеры поиска оптимальных значений выхода фильтрата, соответствующих минимальным эксплуатационным затратам, для разных схем:

одноступенчатой с подщелачиванием и применением мембран типа ВЕ;  
двухступенчатой с применением нанофильтрации и обратного осмоса;  
двухступенчатой с применением обратного осмоса на обеих ступенях.

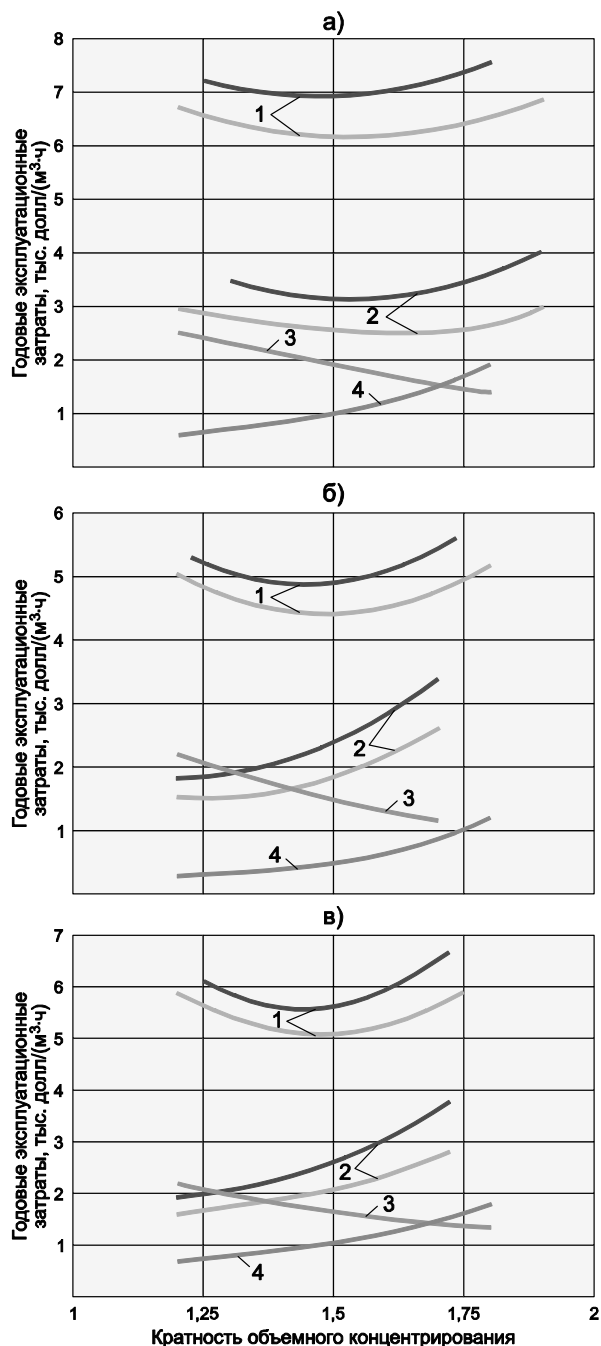


Рис. 12. Определение оптимальной величины кратности концентрирования по удельным годовым эксплуатационным затратам

а – одноступенчатая схема; б – первая ступень – мембраны NE-90, вторая ступень – мембраны BLN; в – первая и вторая ступень – мембраны BLN; 1 – эксплуатационные затраты; 2 – затраты на реагенты (ингибитор, моющий раствор, NaOH); 3 – затраты на электроэнергию; 4 – затраты на замену мембран; — ПАСП; — Аминат-К

Таким образом, для технологического расчета двухступенчатой установки опреснения морской воды (определения величин выхода фильтрата, доз ингибитора и доз подщелачивающего реагента), выбора типа мембран на каждой ступени все характеристики определяются с использованием экспериментальных данных. Основные этапы расчета:

1) выбирается схема опреснения (одноступенчатая, двухступенчатая). В зависимости от выбранного типа мембран определяется значение выхода фильтрата и количество мембранных аппаратов;

2) определяется необходимое значение селективности по бору;

3) определяется необходимая величина pH, которую нужно обеспечить в фильтрате первой ступени, а также необходимое количество NaOH для подщелачивания (рис. 8);

4) по величине выхода фильтрата (кратности концентрирования) для выбранного типа ингибитора и показателя pH определяется величина скорости роста осадка в аппаратах второй ступени и доза ингибитора (рис. 9);

5) по величине скорости роста осадка определяется количество промывок в год (рис. 6) и годовые затраты на реагенты.

Анализ эксплуатационных затрат опреснительных установок показывает, что от эффективности ингибиторов по снижению скорости осадкообразования зависят не только затраты на реагенты, но и уменьшение расходов на электроэнергию за счет увеличения выхода фильтрата.

#### **Выводы**

Применение опреснительных установок в широких масштабах приводит к возникновению экологических проблем, связанных со сбросом в поверхностные водоисточники концентратов, содержащих ингибиторы, органические вещества, биогенные элементы (в основном фосфаты). Необходимость использования ингибиторов при опреснении морской воды обусловлена подщелачиванием исходной воды и опасностью образования в опреснительных мембранных аппаратах осадков малорастворимых солей (карбоната кальция). Испытания новых типов ингибиторов, не содержащих фосфор, были проведены для условий высоких значений pH опресняемой воды. Анализ эксплуатационных затрат опреснительных установок показывает, что от эффективности ингибиторов по снижению скорости осадкообразования зависят не только затраты на реагенты, но и уменьшение расходов на электроэнергию за счет повышения величины выхода фильтрата.

*Работа выполнена при поддержке федеральной целевой программы «Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-технологического комплекса России на 2014–2020 годы» (соглашение о предоставлении Министерством образования и науки РФ субсидии № 14.582.21.0007, уникальный идентификатор ПНИЭР RFMEFI58214X0007).*

#### **Список литературы**

1. Hasson D., Shemer H., Sher A. State of the art of friendly «green» scale control inhibitors // Industrial & Engineering Chemistry Research. 2011. V. 50. P. 7601–7607.
2. Pervov A. G. Scale formation prognosis and cleaning procedure schedules in RO systems operation // Desalination. 1991. V. 83. P. 77–118.
3. Первов А. Г., Андрианов А. П., Чухин В. А., Ефремов Р. В., Рудакова Г. Я., Попов К. И. Определение эффективности ингибиторов нового поколения в обратноосмотических установках // Мембраны и мембранные технологии. 2016. Т. 6. № 3. С. 268–282.
4. Попов К. И., Ковалева Н. Е., Рудакова Г. Я., Комбарова С. П., Ларченко В. Е. Современное состояние разработок биоразлагаемых ингибиторов солеотложений для различных систем водопользования (обзор) // Теплоэнергетика. 2016. № 2. С. 46–53.

5. Wilf M. Potential for improving of reliability and economic of RO desalination process / Desalination – visions for the future: Program and papers of the 12<sup>th</sup> Annual Conference, 14–15 December, 2011. – Haifa, Israel. P. 63–70.
6. Vrouwenvelder J. S., Manolarakis S. A., Veenendaal H. R., van der Kooij D. Biofouling potential of chemicals used for scale control in RO and NF membranes // Desalination. 2000. V. 132. P. 1–10.
7. Sweity A., Ronen Z., Herzberg M. Induced organic fouling with antiscalants in seawater desalination // Desalination. 2014. V. 352. P. 158–165.
8. Ali S. A., Kazi I. W., Rahman F. Synthesis and evaluation of phosphate-free antiscalants to control  $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  scale formation in reverse osmosis desalination plants // Desalination. 2015. V. 357. P. 36–44.
9. Gao Y., Liu Z., Zhang L., Wang Y. Synthesis and performance research of biodegradable modified polyaspartic acid: Presented on 3<sup>rd</sup> International Conference on Bioinformatics and Biomedical Engineering. – Beijing, China, 11–12 June, 2009.
10. Quan Z., Chen Y., Wang X., Shi C., Liu Y., Ma C. F. Experimental study on scale inhibition performance of a green scale inhibitor polyaspartic acid // Science in China. Series B: Chemistry. 2008. V. 51. P. 695–699.
11. Zhou X., Sun Y., Wang Y. Inhibition and dispersion of polyepoxysuccinate as a scale inhibitor // Environmental Sciences. 2011. V. 23. P. 159–161.
12. Chaussemier M., et al. State of art of natural inhibitors of calcium carbonate scaling: A review // Desalination. 2015. V. 356. P. 47–55.
13. Lattemann S., Höpner T. Environmental impact and impact assessment of seawater desalination // Desalination. 2008. V. 220. P. 1–15.
14. Feiner M., Beggel S., Jaeger N., Geist J. Increased RO concentrate toxicity following application of antiscalants – acute toxicity tests with the amphipods *Gammarus pulex* and *Gammarus roeseli* // Environmental Pollution. 2015. V. 197. P. 309–312.
15. Pervov A. G., Andrianov A. P., Chukhin V. A., Efremov R. V. The development and evaluation of new biodegradable acrylic acid based antiscalants for reverse osmosis // International Journal of Applied Engineering Research. 2015. V. 10. № 23. P. 3979–3986.
16. Pervov A. G., Andrianov A. P. A new solution for Caspian Sea desalination: low pressure membranes // Desalination. 2003. V. 157. P. 377–384.

## SU TƏCHİZATI DÜNƏN, BU GÜN SABAH

Əliyev A.

*“Azərsu” ASC, “Sukanal” Elmi-Tədqiqat və Layihə İnstitutu, Bakı şəhəri,  
arif.aliyev.1954@mail.ru*

Məqalədə çətin və mürəkkəb bir dövrü əhatə edən XIX əsrin sonunda neft sənayesinin sürətli inkişafı və bununla əlaqədar Bakı şəhərində əhalinin sayının artması, sürətli urbanizasiya, xarici neft kompaniyalarının Bakı neftinə artan marağı bu regionda su təchizatı probleminin aradan qaldırılması zərurəti ilə bağlı Şollar su kəmərinin ərsəyə gəlməsi labüdlüyü və elmi tarixi aspektlərinin araşdırılması aparılmışdır.

Dünyanın gözəlliyi, füsunkar təbiəti, gül çiçəyi, bağı-bağatı, zümrüd meşəsi, al-əlvan çəmənliyi, yaşıllığı, ormanı, yerin-göyün örtüyü susuz susuz yoxdur, həyat da yoxdur, nəz-nəmət də yoxdur.

Bu mənada eramızdan əvvəl (640/624, 548/545 –ci illərdə) yaşamış Yunan filosofu Miletli Falesin o, dövr ənənəvi politeizminə sarsıdıcı zərbə sayıla biləcək “Mövcudatın mənbəyi və ilki əzəli sudur” deyimini hər dövr üçün təkzibedilməz həqiqətdir.

Doğrudur bizə ucsuz-bucaqsız sezilən yerin suyu çoxdur. Lakin onu yararlı etmək vacibdir. İnsanlar qalalar ucaldıb şəhərlər salanda ilk qayğıları su olub. Təbiətdə okeanlar, dənizlər, çaylar, bataqlıqlar hamısı sudur. Məhz torpağın da 20% sudur. Hətta səmada da istənilən qədər su var. Amma insanlar içməli sudan korluq çəkirlər. Dünyanın bir çox ölkələrində su olmadığından tovuz meşələr məhv olur, quru səhraya çevrilir. Axı təbiətdə olan suyun yalnız cüzi faizi yararlıdır [1 və 3].

Belə ki, dünya meteorologiya təşkilatının hidroloji tsiklə nəzarət sisteminin məlumatına görə planetimizin mövcud su resurslarının yalnız 2.5%-i şirindir. Dünya əhalisinin istifadə edə biləcəyi çayların, göllərin və sututarların payına isə yalnız 0.0007% və ya  $7 \times 10^{-4}$  düşür.

Dünyada 40-dan çox ölkə içməli su sarıdan korluq çəkir. Yüz il əvvəl Bakı evlərində su kranları olmayıb. Əhali quyu və kəhriz suları ilə dolanıb.

Müasir Bakının su təchizatı zəngin tarixə malikdir və son 100 il ərzində çox məsələlərlə qarşılaşmışdır və öz həllini axtarmaqdadır.

Bakı şəhərini və onun ətraf rayonlarını cəmləşdirən Abşeron regionu özünün neft və qaz yataqları, kənd təsərrüfatının inkişafı üçün əlverişli iqlim şəraiti olan münbit torpaqları, Xəzər dənizinin sahilində müalicə-istirahət və turist komplekslərinin geniş inkişafı üçün şəraitləri ilə zəngindir. Lakin içməli su ilə təchizatı bu regionun tarixi problemidir. Belə ki, təbii sərvətləri bol olan bu regionun özündə və ondan xeyli aralı olan sahələrdə içmək üçün yararlı olan şirin su mənbəyi yoxdur.

XIX əsrin sonunda neft sənayesinin sürətli inkişafı və bununla əlaqədar Bakı şəhərində əhalinin sayının artması, xarici neft kompaniyalarının Bakı neftinə artan marağı bu regionda su təchizatı problemini kəskin surətdə ortaya çıxartdı.

1893-cü ilə qədər Abşeron yarımadasının əhalisi (Bakı şəhəri daxil olmaqla) quyu sularından istifadə edirdi. Bu sualr yüksək codluğa və acı-şor dadı ilə fərqlənərək, çax aşağı keyfiyyətli olmuşlar. Bu çatışmazlıqlarla yanaşı, quyu sularını tərkibində xəstəliklər törədən bakteriyaları olan çirkab sular və tullantılar çirkləndirirdi. 1892-ci ildə Bakıda baş vermiş böyük vəba epidemiyası o vaxtlar su təchizatının qeyri-qənaətbəxş olmasından xəbər verir.

Qeyd etmək lazımdır ki, hələ 1880-1890-cı illərdə Bakı şəhər Duması Bakıya su kəmərinin çəkilməsi məsələsini qaldırmışdır. Lakin bir qrup sahibkarların o vaxt mövcud olan su mənbələri hesabına varlanması marağı səbəbindən qoyulmuş vacib məsələ özünün müsbət həllini tapmamışdır.

Sənayenin ayrı-ayrı sahələrinin və bununla bağlı olan istehsal qüvvələrinin gözlənilməyən surətdə və müxtəlif istiqamətlərdə inkişaf etmələri su təchizatı problemini birmənalı həll etməyə imkan vermirdi.

Sənayenin və əhalinin artım sürəti ilə su təchizatı sistemlərinin hesabi gücləri arasında yaranan uyğunsuzluqlar Abşeron yarımadasında su tələbatında daim hiss olunan qıtlığa səbəb olmuşdur. Yaranmış çətin vəziyyətin aradan qaldırılmasına yönəldilən ən gecikmiş qərarlar Abşeron regionunda su təchizatı sistemlərinin tikintisi üçün bütün tarix boyu və ayrı-ayrı mərhələlərdə özünü biruzə vermişdir[1].

Bakı su kəmərlərinin tikintisi özünün aktuallığı və uzun müddət ərzində həlli yollarının axtarılması, inkişaf mərhələləri və variantlarının təkrarlanması ilə su təchizatı tarixində xüsusi yer tutur.

Bakı şəhərinin ilk su təchizatı layihəsini alman dağ mühəndisi O. Lents təklif etmişdir. Onun Maştağa kəndi yaxınlığında aşkar etdiyi və 1885-ci ildə təməli qoyulmuş “Maştağa bend” quyusunda duzluluq yüksək olduğundan bu su işməyə yararlı olmamışdır. 1880-ci ildə Bakı Şəhər Dumasında yaradılmış içməli su mənbələrinin axtarışı üzrə komissiya şəhər ətrafındakı mənbələri tədqiq etdikdən sonra mənfə rəylə çıxış etmişlər. Bununla Bakı şəhəri ətrafında su mənbələrinin axtarışına son qoyulmuş və komissiya inkişaf edən şəhər üçün Abşeron yarımadasından kənarda su mənbələrinin axtarışına qərar vermişdir [2 və 4].

İlk Bakı Su Kəmərinin tikintisi fərdi, yerli və ümumi xarakter daşıyırdı. Sonralar tarix bakı regionunda su təchizatı sistemlərinin ümumi tikinti xarakterliyinin əsaslı olduğunu təsdiq etdi və bu tendensiya bu gün də davam edir.

Duzsuzlaşdırılmış dəniz suyu, şxunlarla gətirilən Kür çayının suyu, yerli Zağulba su kəməri o vaxtlar Bakının və onu əhatə edən rayonların su təchizatı mənbələri hesab edilirdi.

1893-cü ildə Bakıda gücü sutkada 30 min vedrə ( $350 \text{ m}^3/\text{sut.}$ ) olan ilk dəniz suyunun duzsuzlaşdırıcı qurğusu tikilmişdir. Sonra 1898-ci ildə “Artur Koppel” firması tərəfindən gücü sutkada 90 min vedrə ( $1100 \text{ m}^3/\text{sut.}$ ) olan təkmilləşdirilmiş dəniz suyunun duzsuzlaşdırıcı qurğusu tikilib istifadəyə verilmişdir.

Əsasən mrayonlarını su ilə təmin etmək məqsədilə 1903-cü ildə Buzovna kəndi yaxınlığından başlayan 20 km uzunluğunda, məhsuldarlığı 45 min vedrə ( $550 \text{ m}^3/\text{saat}$ ) olan Zağulba su kəməri istismara verilmişdir.

1908-ci ildə təsis olunmuş “Kür suyu” cəmiyyətinin vasitəsilə Bakıya gəmilərlə sutkada (hər gün) 200 min vedrə ( $2500 \text{ m}^3/\text{saat}$ ) Kür suyunun gətirilməsinə başlanılmışdır.

O vaxtlar Bakıya gətirilən Kür suyunun yalnız yarısı təmizlənirdi. Bu məqsədlər üçün şəhərin sahilə yaxın sahəsində xüsusi hovuzlar tikilmiş, burada Amerikanın “Cuel” firmasının süzgeçləri quraşdırılmışdı.

20-ci əsrin əvvəllərində Bakı şəhərinə Volqa çayından da barjalarla su daşınmışdır. Bu su digərlərindən bəzi vedrəsi 2 qəpiyə satılmışdır.

Su təchizatı mənbələrinin müxtəlifliyinə və çoxluğuna baxmayaraq, şəhərə verilən içməli su sutkada 150-200 min vedrədən artıq deyildi. Bu isə əhaliyə cəmi 1.3 vedrə (16 litr) su verilməsi deməkdir.

Su təchizatında yaranmış çətinliklə bağlı yeni mərkəzləşdirilmiş su kəmərinin tikintisi ilə əlaqədar dəfələrlə Bakı şəhər Dumasında məsələ qaldırıldı. Yeni su təchizatı sisteminin yaradılmasının təşəbbüskarı və bu işin təşkilində əsas işlərin aparıcısı məşhur mesenat və neft sənayesi sahibkarı Hacı Zeynalabdin Tağıyev olmuşdur. O, müasir su kəmərinin layihələşdirilməsi üçün məşhur mütəxəssislər dəvət etmiş və tikintinin öz hesabına maliyələşdirilməsini təklif etmişdir.

Bu dəvətə cavab verənlərdən biri də ingilis mühəndisi Uilyam Lindley idi. 1899-cu ildə ona Kür və Samur çaylarını mənbə kimi qəbul etməklə Bakı şəhərinin su təchizatı layihəsinin hazırlanması tapşırılmışdı.

Apardığı tədqiqatlara əsaslanaraq, bu ingilis mühəndisi səthi su mənbələri ilə yanaşı yeraltı sulardan da su mənbəyi kimi istifadə etmək mümkünlüyünü irəli sürdü[4].

Şəhər Dumasındakı ciddi etirazlara baxmayaraq, Lindley ekzogen və endogen mənşəli yeraltı su mənbələrinin öyrənilməsi, axtarışlarının aparılması üçün icazə əldə etmişdir.

Axtarışlar Böyük Qafqazın şimal-şərq yamacında yerləşməklə əsasən mezo-kaynazoy (yura-dördüncü dövr (antropogen)) çöküntülərinin sulu komplekslərinə aid edilən ərazilərdə, Quba qəzasının Şollar kəndi yaxınlığında 1902-1904-cü illərdə aparılmış və başa çatdırılmamış dayandırılmışdır.

1907-ci ildə Lindley yenidən Bakıya dəvət olunmuş və 1909-cu ildə o, Bakı şəhərinə Şollar mənbələrindən (Bakıdan 187 km məsafədə) Kür çayından (110 km-liyində) və Samur çayından (200 km-liyində) suyun gətirilməsi üçün layihələrini təqdim etmişdir.

Lindley özü tədqiq edilən ərazilərin hidroloji xüsusiyyətləri, yüksək stabillikli sulu horizontların (akviferlərin) bərpaedilən ehtiyatlarının (xüsusi debitinin) miqdarı, üstün keyfiyyətli sularla zənginliyi bu su mənbəyinin uzun müddətli istismarının mümkünliyünü şərtləndirən əsas amillər olduğunu nəzərə alaraq, “Yeraltı sular” variantına texniki, sanitar və maliyyə mülahizələrinə görə üstünlük vermişdir.

Nəhayət, 1909-cu ildə uzun müzakirələrdən sonra “Yeraltı sular” variantı qəbul edilmiş və ayrı-ayrı qurğuların gücü sutkada müvafiq olaraq 3; 6; 9; və 12 milyon vedrə olan Şollar-Bakı su kəmərinin layihəsinin sonuncu variantı hazırlanmışdır.

Yeri gəlmişkən xüsusilə qeyd etmək lazımdır ki, layihə həllində subartezian quyulardan suyun qəbulu və su qəbuledici kameraya ötürülməsi məqsədilə və torpaq işlərinin həcmi-nin azaldılması üçün Lindley çox unikal Sifonlu su ötürücü sistemin tətbiqini təklif etmişdir. Sifonun konstruksiyası elə layihələndirilmişdir ki, heç bir su sovurucu (vakkum) nasosdan istifadə etmədən şox uğurlu və orjinal üsulla, avtomatik rejimdə borudakı hava çıxarılır. Konstruksiyanın əsas ideyası sifon boruvarının diametrlərinin elə seçilməsi olmuşdur ki, səviyyə fərqi-dən asılı olaraq, onların daxilində suyun axma sürəti saniyədə 2 metr təşkil etsin.

Sonralar bu konstruktiv həll “Su təchizatı” üzrə tərtib edilmiş sanballı dərsləklərdə uğurlu sistem kimi təbliğ və tədris edilmişdir [3].

Şollar su kəmərinin tikintisi 1910-cu ildə başlanmışdır, lakin tikinti çox ləng aparılırdı və sonralar dayandırılmışdır. 1913-cü ildə su kəmərinin tikintisi davam etdirilmiş və 1917-ci ilin fevral ayında ilkin layihəyə nisbətən qısaldılmışdır və prinsipləşdirilmiş “hərbi variant” əsasında başa çatdırılmışdır. Su kəmərinin tikintisi qızıl pulla 33 milyon rubla başa gəlmişdir.

İlkin layihədə suburaxma qabiliyyəti sutkada 3.0 milyon vedrə nəzərdə tutulmuş olan Şollar su kəməri sutkada 1.5 milyon vedrə ( $18.5 \text{ min m}^3$ ) məhsuldarlığı ilə istismara verilmişdir.

Su kəmərinin tikintisində yol verilmiş çatışmazlıqlar və tələsmə su qurğularının keyfiyyətinə təsir etmiş, onların başa çatdırılması və qaydaya salınması sonrakı dövrlərin payına düşmüşdür.

Bununla belə, Şollar su kəmərinin tikintisindən sonra Azərbaycan paytaxtının su təchizatı tarixində mühüm səhifə açılır.

30-cu illərin sonunda keçirilmiş texniki tədbirlərin hesabına Şollar su kəmərinin gücü sutkada  $109.0 \text{ min m}^3$  ( $1.27 \text{ m}^3/\text{san}$ ) çatdırılmışdır.

Bu su kəməri sonralar Birinci Bakı su kəməri adlandırılmışdır. Hal-hazırda Şollar su kəməri özünün bir əsrlik yubileyi ərəfəsində fəaliyyətini davam etdirərək, su təminatında xalqa sədaqətlə xidmət etməkdədir.

#### Ədəbiyyat siyahısı

1. A.Əliyev. “Azərbaycan təbiəti jurnalı”. Bakı, 2000, 1-2 nömrə.
2. “Azərsu” ASC-nin arxiv sənədləri. Rəf 25, qovluq 7.
3. T.Ağayev. “Şollar-Bakı su kəmərinin tikintisi, layihə gücünə çatdırılması və mövcud vəziyyəti”. Bakı 2016.
4. A.A.Surin. «Водоснабжение часть I. Вода и водосборные сооружения. Ленинград, Кубач, 1926, 236 с.

## **ВОДОСНАБЖЕНИЕ, ВЧЕРА, СЕГОДНЯ, ЗАВТРА**

**Алиев А.Г.**

*ОАО «Азерсу», Научно-Исследовательский и Проектный Институт «Суканал», г. Баку,  
arif.aliyev.1954@mail.ru*

### **РЕЗЮМЕ**

В статье были рассмотрены научно-исторические аспекты необходимости проведения Шолларского водопровода с источников находящихся на южных склонах Большого Кавказского Хребта в связи с бурным развитием нефтяной промышленности, растущим интересом различных иностранных нефтяных компаний в регионе, а также для устранения возросших проблем водоснабжения с ростом численности населения и интенсивной урбанизацией г. Баку в конце XIX века.

## **WATER SUPPLY, YESTARDAY, TODAY, TOMORROW**

**Aliyev A.H.**

*“Azersu” OJSC, “Sukanal” Scientific Research and Project Institute, Baku,  
arif.aliyev.1954@mail.ru*

### **SUMMARY**

The article reviewed the scientific and historical aspects of the need to build the water pipeline Shollar from sources located on the southern slopes of the Greater Caucasus Mountain Range. It was due to the rapid development of the oil industry, the growing interest of various foreign oil companies in the region, and also eliminate the increasing problems water supply due to population growth and intense urbanization of the Baku city in the end of XIX century.



**“ŞOLLAR” SU KƏMƏRİNİN TARİXİ BAKININ SİYASİ-İCTİMAİ  
VƏ İQTİSADİ MÜHİTİNİN GÖSTƏRİCİSİ KİMİ  
(XIX əsrin sonları-XX əsrin əvvəlləri)**

**Rüstəmovə-Tohidi S.Ə.**

*AMEA akad. Z. Bünyadov adına Şərqşünaslıq İnstitutu, Bakı şəhəri,  
sru.tohidi@gmail.com*

Şollar-Bakı su kəməri layihəsinin meydana gəlməsi və onun həyata keçirilməsinin çox maraqlı tarixi vardır. Belə ki, “su” məsələsi şəhərin təsərrüfat həyatının sadəcə bir sahəsi olmayıb, XIX əsrin sonları-XX əsrin əvvəllərində Bakının ictimai—iqtisadi və siyasi mühitini bütün ziddiyyətləri ilə tam şəkildə əks etdirirdi. Bu tarixi xüsusilə maraqlı edən amillərdən biri isə şəhərin su probleminin həllində “erməni” faktorunun mühüm rol oynamasıdır.

Xəzər dənizinin sahillərində, “Abşeron” (Suyu şor) adlanan yarımada, şimaldan cənuba, şərqdən qərbə doğru uzanan karvan yollarının üstündə yerləşən Bakı şəhəri üçün içməli su problemi tarix boyu ən aktual məsələlərdən olub. Uzun yüzilliklər şəhər sakinlərinin və onun qonaqlarının suya olan ehtiyacını şəhərin özündə qazılan quyular, ətrafdakı su mənbələrindən çəkilən kiçik kəmərlər və yol üstündə tikilən ovdanlar ödəyib. XIX əsrin 70-ci illərinə qədər, yəni Azərbaycanın, o cümlədən Bakının Çar Rusiyanın təbəçiliyində olmasından 50 il keçdikdən sonra da şəhərin su təchizatında elə bir dəyişiklik olmayıb. Şəhərə su hələ də XV əsrdə Şirvanşahlar sarayına Bakının ətrafındakı mənbələrdən çəkilmiş və əsasən İçəri şəhəri su ilə təmin edən Şah kəməri, eləcə də XVII əsrdə çəkilmiş, sonralar Bakı xanları tərəfindən təmir edilərək onların adlarını daşıyan Məhəmmədli xan və Hüseynqulu xan kəmərləri vasitəsilə gəlirdi. Həmçinin şəhərin özündə 800-dən çox su quyusu var idi və bu mənbələr o vaxta qədər Bakı sakinlərinin suya olan ehtiyaclarını tamamilə ödəyirdi. Lakin şəhər böyüyür, ilk növbədə neft mədənləri hesabına iri sənaye mərkəzinə çevrilir, əhalisi sürətlə artırdı. Əhali artımı yalnız Azərbaycanın bölgələrindən deyil, hərbiçilər və çinovniklərdən tutmuş, iş adamları, mütəxəssislər və fəhlələrə qədər Rusiyanın ən müxtəlif regionlarından, eləcə də Şimali və Cənubi Qafqazın, Cənubi Azərbaycanın şəhər və kəndlərindən Bakıya iş dalınca axışan insanlar hesabına baş verirdi. Bu sonuncular arasında əsasən Tiflisdən Bakıya gələn və şəhərin sənaye, təsərrüfat-idarə sistemində mühüm mövqeləri ələ keçirən erməni əhalisi öz işgüzarlığı, cəldliyi və hiyləgərliyi ilə fərqlənirdi.

Artıq yalnız əhalinin sayı deyil, müxtəlif sənaye sahələri, şəhərin təmizliyi, abadlığı da suya olan tələbatı dəfələrlə artırırdı. Bakının inkişafı mövcud su təchizatına əks təsir edir, yeraltı çirkab suların təsiri nəticəsində quyu suları getdikcə şorlaşır, codlaşır, çirkələnir və içməyə yararsız hala gəlirdi. Çar hökuməti bütün bu problemlərlə üzləşsə də uzun müddət onların həlli üçün əməli işlər görmür, sadəcə olaraq bu işə hər hansı vəsait buraxmaq istəmirdi. Bunun bir səbəbi mövcud çar idarə üsulunun sərt və bürokratik xarakteri ilə bağlı idi. Belə ki, şəhərə, o cümlədən təsərrüfat həyatına rəhbərlik, bütünlüklə polis-jandarm idarəsinin nəzarəti altında idi və əhalidən yığılan vergi də əsasən bu orqanların saxlanmasına xərclənirdi.

1859-cu ildə Şamaxıda güclü zəlzələdən sonra quberniyanın mərkəzi Bakıya köçürülür, Bakı quberniya şəhəri statusu alır. Yalnız bu hadisədən sonra, 1860-cı illərdə şəhər rəhbərliyi yaranmış kəskin vəziyyətdən çıxış yolu axtarmağa başlayır və şəhərin bir neçə yerində su anbarlarının tikilməsi qərarına gəlir. Qafqaz canişinliyi bu işə yalnız şəhərin özünün ehtiyat pulu hesabına, sonradan ödənilmək şərti ilə kiçik miqdar kredit pul buraxır. Şəhər əhalisinin tərkibinin artıq köçürülmə ermənilər və rusların sayəsində dəyişməyə başladığına baxmayaraq Bakının yalnız nüfuzlu müsəlman sakinləri “savab” xətrinə su anbarlarının inşasına müəyyən qədər vəsait xərclə-yirlər. Lakin son nəticədə bir neçə məhəllədə tikilən anbarlar şəhərin suya olan tələbatını ödəmir. Bu sahədə vəziyyət 1870-ci illərin sonlarında dəyişməyə başlayır.

Çar hökumətinin 1870-ci ildə imperiyanın iri şəhərlərinin idarəçiliyində keçirdiyi əsaslı islahatlar, “yerli xüsusi şərtlər” bəhanəsi ilə Bakıya yalnız 1878-ci ildə tətbiq edildi. Şəhər Öşünüidarəsi (Samoupravleniye) və ilk seçkili orqan – Bakı şəhər Duması yaradıldı. Məhz bu iki orqanın, xüsusilə Bakı Dumasının fəaliyyətini tənzim edən qanunlar sakinlərin şəhər idarəçiliyində iştirakına şərait yaratmaqla bərabər, Bakının müsəlman əhalisinin hüquq və maraqlarının nə dərəcədə pozulduğunun parlaq göstəricisi olur. Əgər Şəhər idarəsinin fəaliyyətinin ilk dövrlərində müsəlmanlar arasında mütəxəssis kadrların azlığı bu ayrışikliyi bir qədər izah edirdisə də, Bakı Dumasına seçkilər qanunu öz ədalətsizliyi ilə tam mənada şəhərin müsəlman sakinlərinə qarşı yönəlmişdi. Belə ki, bu qanuna görə Bakı dumasına seçkilərdə bütün digər sərt tələblərlə yanaşı 1500 rubl həcmində daşınmaz mülkiyyət senzinin qoyulması özü-özlüyündə şəhərin kasıb və orta təbəqələrini, ilk növbədə müsəlman əhalisini nəinki Dumaya seçilmək, hətta seçmək hüququndan məhrum edirdi. Digər tərəfdən ilk dövrlər Dumaya seçkilərdə Bakının müsəlman əhalisinin əksəriyyət təşkil etməsi faktı qətiyyənlə nəzərə alınmırdı. Azərbaycanlı deputatların yalnız uzun illər mübarizəsindən sonra, ən yaxşı halda müsəlman əhalinin nümayəndələrinə xristianlarla bərabər - 50% yəni, yarıbəyər seçilmək hüququ verilmişdi. Bütün bu siyasətin nəticəsidir ki, Bakı Dumasında azərbaycanlılar heç vaxt üstünlük təşkil etməmiş, ilk dövrlər onun üzvləri arasında əsasən imkanlı, lakin rus dilini bilməyən və bu səbəbdən onun iclaslarında heç vaxt çıxış etməyən mülkiyyət sahibləri olmuşlar. Sonrakı illərdə Dumanın ən fəal azərbaycanlı deputatları – tanınmış ziyalılar Həsən bəy Zərdabi, Fərrux bəy Vəzirov, Həbib bəy Mahmudbəyov və digərləri isə Dumaya zəngin azərbaycanlı ailələrin qəyyumları – buna qanun imkan verirdi - qismində seçilmişlər. Şəhərin yerli, daha çox ədalətli azərbaycanlı sakinlərindən fərqli olaraq azsaylı, gəlmə erməni əhalisi arasında savadlı, son dərəcə işgüzar və zirek, artıq iri və orta mülkiyyət sahiblərinə çevrilmiş, ictimai cəhətdən fəal insanlar çoxluq təşkil edirdi. Təsədüfi deyil ki, Bakı Dumasında erməni “qlasnları” – deputatları geniş fəaliyyət göstərirdi. Şəhərin rus əhalisinin nümayəndələri isə, daha çox Şəhər idarəsində, yüksək məvacibi olan dövlət qulluğunda işləməyə üstünlük verir, Dumada daha az sayda təmsil olunur və mübahisəli məsələlərdə əsasən erməni deputatlarını dəstəkləyirdilər. Bu qüvvələr nisbəti Dumada müzakirə olunan bütün məsələlərin, xüsusilə şəhərin su təchizatı probleminin həllində tam aydınlıqla üzə çıxır.

Fəaliyyətə başladığı vaxtdan - 1879-cu ildən, Bakı Dumasında “ Su təchizatı üzrə” daimi komissiya yaradılır. Diqqətəlayiqdir ki, mövcud olduğu bütün dövr ərzində -1917-ci ilə qədər bu komissiyaya əsasən erməni və bəzən rus deputatları başçılıq etmişdir. Lakin azərbaycanlılar bu komissiyanın da tərkibində sayca az olmalarında baxmayaraq, başda Hacı Zeynalabdin Tağıyev olmaqla, öz fəallığı və prinsipiallığı ilə erməni və rus deputatlarına daim və layiqincə müqavimət göstərmişlər. Belə bir müqavimət üçün əsas da var idi. Çünki su təchizatı məsələsi azərbaycanlı və erməni-rus deputatları arasında ən qızğın mübahisələr doğuran problemlərdən olmuş və son nəticədə məhz azərbaycanlı deputatların prinsipial mövqeyi Şollar su kəmərinin taleyində müsbət rol oynamışdır.

Dumanın Su təchizatı Komissiyasının 1879-cu il yanvarın 11-də keçirilən ilk iclasında Bu komissiyanın daimi üzvü və hətta fəxri sədri olmuş H.Z.Tağıyev şəxsi vəsaiti hesabına Şəhər idarəsinin sərəncamına 1000 rubl ayırır. Bu vəsait su mənbə-lərinin axtarışına, yeni su kəmərinin layihələrinin maliyyələşdirilməsinə sərf olunmalı idi. Beləliklə, yeni kəmərin çəkilməsi ideyası artıq ilk müzakirələrdə su probleminin ən real həlli kimi irəli sürülür. Müzakirələr uzanır və 2 ildən sonra, Şəhər Duması yenə də Tağıyevin təklifi ilə su kəməri layihəsi üçün yeni müsabiqə elan edir. 10 ildən artıq bir müddətdə Şəhər idarəsinə Kür, Araz, Samur çaylarından və Züğülbə Altıağac, Göygöl mənbələrindən şəhərə su kəməri çəkmək üçün 40-dan artıq layihə təklif olunsada, böyük xərclər tələb etdiyindən Duma onların heç birini təsdiq etmir.

Daha 10 il keçir və şəhərin su təchizatı məsələsi Dumanın ən çox müzakirə olunan məsələlərindən biri olsa da, həll olunmamış qalırdı. “Kaspi” qəzetində bu problemi

ardıcılıqla işıqlandıran Həsən bəy Zərdabi göstərirdi ki, “Hər 4 ildən bir, Dumanın tərkibi yeniləşdikcə içməli su məsələsi gündəmə gəlir, qızğın müzakirə olunur, su mənbəyi axtarışlarına, yol və digər xərclərə pul ayrılır, və sonra arxivə verilir ki, 4 ildən sonra bir də ortaya gəlsin, bir daha xərclər çəkilsin”.

Zərdabinin vurğuladığı bu xərclər əhalidən alınan vergilər hesabına isə nə az, nə çox – 320 mindən artıq rubl təşkil edirdi ki, bu da o dövr üçün kifayət qədər böyük məbləğ idi. Şəhərdə içməli su qıtlığının, eləcə də küçələrin və bağların sulanması, yanğınların söndürülməsi üçün suyun çatışmadığının səbəbini Zərdabi Şəhər idarəsinin bu məsələyə laqeydliyi, bəzi hallarda isə müəyyən şəxslərin marağını güdməsi ilə izah edirdi. Məqalədə ad çəkilməsə də, Duma iclaslarının protokolları və qərarları söhbətin kimlərin və hansı maraqlarından getdiyini aydınlaşdırmağa imkan verir. Əslində burada daha çox maraqların toqquşmasından – özü də məhz erməni və azərbaycanlı nümayəndələr arasında – danışmaq olar. Lakin bu “maraqlar” açıq-aydın fərqli xarakter daşıyır. Dumanın azərbaycanlı deputatları əsasən şəhər sakinlərinin, ilk növbədə yoxsul, zəhmətkeş azərbaycanlı əhalinin maraqlarından çıxış edirdilərsə, erməni deputatlar birmənalı olaraq özlərinin və erməni burjuaziyasının maddi maraqlarını çügürdülər. Maraqlar isə əsasən şəhərin su təchizatı məsələsinin hansı yolla həlli ətrafında “toqquşurdu”: yeni su kəmərinin çəkilişi və ya bu problemin alternativ yollarla həll olunması.

Artıq qeyd olunduğu kimi, H.Z.Tağıyev başda olmaqla azərbaycanlı deputatlar ilk gündən şəhərə yeni su kəmərinin çəkilməsi tərəfdarı idilər. Problemini məhz bu yolla birdəfəlik həll etmək ideyası ortaya gələrkən şəhərə suyun Kür çayından gətirilməsi daha məqsədəuyğun sayılırdı. Hələ 1888-ci ildə su mühəndisi V.İ.Meqvinov Kür-Bakı su kəməri çəkilməsi haqda ilk təklif irəli sürmüş, elə həmin ildə mühəndis P.A.Aslanov bu kəmərin çəkilməsi üçün ona konsessiya verilməsini xahiş etmişdi. Lakin Şəhər duması bu təklif və xahişi rədd etmişdi. Bütün sonrakı illərdə Kür çayından Bakıya su kəməri çəkilişi ideyası daimi olaraq gündəmə gətirilir, lakin hər dəfə həll olunmamış qalırdı. Belə ki, su probleminin birdəfəlik həll olunmamağında ayrı-ayrı sahibkarlardan tutmuş, irili-küçüklü sənaye və nəqliyyat şirkətlərinə qədər bir çox şəxslərin marağı var idi və onların böyük əksəriyyətini erməni iş adamları təşkil edirdi. Su təchizatının sadəcə şəhər təsərrüfatının bir sahəsi deyil, də həm gəlirli mənbə olmasını ilk başa düşən və çeviklik göstərərək onu öz nəzarətinə almağa cəhd edənlər məhz erməni mülkiyyətçiləri idi.

Məs., erməni milyonçusu, sənaye və daşınmaz əmlak sahəsində ən böyük sahibkarlardan sayılan Adamovun şəhərdə şəxsi su quyuları var idi. O, Bakının ən məşhur “Fantaziya” hamamını, şəhər sallaqxanasını, salınmaqda olan şəhər bağlarını öz quyularının suyu ilə təmin edir və bundan küllü miqdarda qazanc əldə edirdi. Şəhər İdarəsinin ixtiyarında olan quyular isə baxımsızlıq üzündən sıradan çıxırdı.

İçməli su qıtlığının gətdikcə kəskinləşməsi 1892-ci ildə vəba epidemiyasının başlanması ilə təhlükəli həddə çatır. Şəhər quyularının suyu yararsız hesab edilərək onlardan istifadə qadağan olunur, bəzi quyular məcburi şəkildə torpaqla doldurulur. Yalnız bundan sonra Şəhər Dumasında içməli su məsələsini həll etmək barədə ciddi düşünməyə başlayırlar. Bu məqsədlə müsabiqə elan edilir, ayrı-ayrı şəxslərdən, müxtəlif firmalardan xeyli təkliflər daxil olur. Bu təkliflər arasında 3 tanınmış mühəndisin - M.İ.Altuxov (Moskva), Q.Q.Royt (Tiflis), A.Dümon (Paris) - Kür suyunun Bakıya gətirilməsinə dair “Kür-Bakı su kəməri” layihələri də var idi. Altuxovun “Bakının Kür çayından su ilə təmin edilməsi” layihəsi həmin dövr Rusiya İmperiya Texniki Cəmiyyətində müzakirə olunmuş, təqdir edilmiş və hətta 1895-ci ildə Q.Q.Royt və A.Dümonun layihələri ilə birgə Sankt-Peterburqda nəşr edilmişdi. Lakin bu layihələrin heç biri, böyük vəsait istədiyindən, qəbul edilmir.

Burada bir məqam dəqiqləşdirilməlidir ki, mərkəzi çar hökuməti həmin dövr üçün İmperianın böyük sənaye mərkəzlərindən sayılan və dövlət xəzinəsinə küllü miqdarda gəlir gətirən Bakı şəhərinin ən mühüm probleminin – su təchizatının həllinə hər hansı bir vəsait xərcləmək istəmir, bu xərci tamamilə şəhərin öz üzərinə qoyurdu. Şəhərin öz vəsaitini xərcləmək hüququ isə Şəhər İdarəsi və Dumanın səlahiyyətlərinə-də idi. Məhz bu amil uzun

illər Dumada Su təchizatı komissiyana başçılıq edən erməni xadimlərinə, eləcə də erməni və bəzi rus deputatlarına xərclərin yüksək olması bəhanəsilə Bakıya yeni su kəməri çəkilməsi təşəbbüslərinin qabağını almağa və alternativ layihələrin qəbuluna nail olmağa şərait yaradır.

Xəzər dənizinin suyunun xüsusi qurğular vasitəsilə şirinləşdirilməsi bu layihələrdən biri idi. 1893-cü ildə Bakıda ilk dəfə dəniz suyunu duzsuzlaşdıran qurğu quraşdırılır. Lakin, dəniz suyunun emalı olduqca böyük vəsait hesabına başa gəlirdi. 10-12 vedrə dəniz suyu emal etmək üçün 1 pud yanacaq sərf olunurdu. Sutkalıq gücü 30 min vedrə olan bu qurğuda alınan, dadsız və qoxulu suyun bir vedrəsi əhali üçün yarım, sənaye ehtiyacları üçün 1 qəpik nəzərdə tutulsa da, su qıtlığı üzündən dəfələrlə baha satılır, beləliklə, alınan təmiz gəlir qoyulan vəsaiti 5 dəfə üstələyirdi. Bu məbləğ isə əsasən Şəhər idarəsinin və bilavasitə suyun satışı ilə məşğul olan ayrı-ayrı erməni sahibkarlarının əlində cəmlənirdi. Vəziyyətdən çıxış yolu kimi şirinləşdirilmiş suyun keyfiyyətinin və həcmnin artırılması məqsədilə Şəhər Duması 1898-ci ildə “Artur Kopel” şirkəti ilə müqavilə bağlayır və 1 il sonra məhsuldarlığı sutkada 70 min vedrə olan yeni qurğu istismara verilir.

Lakin tezliklə, dəniz suyunun da Bakının suya tələbatını ödəyə bilmədiyi aydın olur. Əlavə yollar axtarılmaya başlanır. Dumanın azərbaycanlı deputatları Kür çayından su kəmərinin çəkilməsi təklifini bir daha gündəmə gətirsələr də, uzun mübahisələrə baxmayaraq istədikləri şərtlərlə qəbul etdirə bilmirlər. Yenə də “maraqlar” amili həlledici rol oynayır. Kür suyunun şəhərə gətirilməsi təklifi ilə razılaşan Şəhər idarəsi və Bakı Duması bu məsələnin alternativ həllinə, suyun gəmi ilə daşınmasına qərar verir. Belə ki, Xəzərdə neft, yük və sərnişin daşınması ilə məşğul olan gəmi sahibləri su satışının nə qədər gəlirli olduğunu görərək bu sahəni də öz nəzarətləri altına alırlar. Böyük əksəriyyəti rus və erməni sahibkarlarından ibarət olan “Bakı gəmi sahibləri” sindikası Kür çayından şəhərə gəmi ilə su daşımağa başlayır və onu ilk növbədə əhaliyə baha qiymətə satır. Az sonra erməni M.Saruxanov xüsusi olaraq bu məqsəd üçün “Kür suyu” adlı şirkət yaradaraq bu ticarət sahəsini öz nəzarəti altına alır. Kür suyunun dəmir yolu vasitəsilə də şəhərə daşınmasına başlanır: Hacıqabul stansiyasından hər gün şəhərə 3-4 çən su gətirilir.

Lakin bu yollarla da su probleminin həll olunmadığına baxmayaraq Şəhər idarəsi yenə də Kür çayından su kəmərinin çəkilməsinə dair layihələrdən imtina edərək əvvəlcə vedrəsi 2 qəpiyə Volqa suyunun Bakıya gətirilməsini haqda ən əvvəl erməni Adamov qardaşlarına məxsus şirkətlərlə müqavilə imzalayır.

Bütün bu işlərin arxasında şəxsi maraqların durduğunu anlayan H.b.Zərdabi “Kaspi” qəzetində artıq Şəhər İdarəsini açıq tənqid edir: “Bizim içməli suyumuz yoxdur və bunda bizim şəhər idarəsi günahkardır... Bizim küçələrimiz sulanmır, yanğınları söndürmək üçün su yoxdur – yenə də şəhər idarəsinin günahı üzündən. Hətta şəhər küçələrində ağacları sulamaq üçün də su yoxdur. Əgər xüsusi şəxslər istədikləri vaxt hətta içməli su tapırlarsa, bizim şəhər idarəsi isə sərəncamında onlarla texnika və milyonlarla vəsaitə malik ola-ola nəinki içməli su, hətta dəniz suyu belə tapmırsa, deməli nə isə başqa işlər baş verir”.

Zərdabinin məsələni belə kəskin qoymasının ciddi səbəbləri vardı, çünki şəhərə gətirilən və əhali üçün qiyməti yarım qəpik nəzərdə tutulan bir vedrə Kür suyu qıtlıq üzündən bəzən 2-2,5 qəpiyə satılır, geniş əhali təbəqələri üçün əlçatmaz olurdu. Volqadan gəmilərlə gətirilən suyu isə yalnız şəhərin yüksək təminatlı sakinləri alır, yoxsul əhali yenidən quyu suyundan istifadəyə məhkum edilirdi. Lakin su təchizatı mənbələrinin müxtəlifliyinə və çoxluğuna baxmayaraq, şəhərə verilən içməli suyun həcmi istənilən halda sutkada 200 min vedrədən artıq olmur, orta hesabla adambaşına cəmi 1,3 vedrə və ya təqribən 16 litr su düşürdü. Şəhər həyatının, neft mədənləri, sənaye, tikinti sahələrinin suya olan ümumi tələbatı isə günbəgün artırdı.

Beləliklə, Bakını su ilə davamlı olaraq təmin edə biləcək kəmərin tikintisi artıq yeganə və təxirəsalınmaz bir tələbatə çevrilir. Əslində artıq neçə illərdən bəri şəhər üçün içməli su mənbələrinin axtarışları Zuğulbadakı su kəhrizlərini, şimalda Dübər dağları və qərbdə Kür çayına kimi geniş bir ərazini əhatə edirdi. Lakin seçimi yenə də müsabiqə yolu ilə, lakin artıq tanınmış mütəxəssislərə tapşırmaq qərara alınır.

1899-cu ildə Odessada Su təchizatı və hidravliklərin beynəlxalq qurultayı keçirilir. Bakı nümayəndə heyətinə başçılıq edən şəhər idarəsinin üzvü Smolenski qurultayda dünyanın bir sıra tanınmış mühəndisləri ilə görüşür və onları müsabiqə barədə məlu-matlandırır. Bu mütəxəssislər arasında ingilis Vilyam Lindley Smolenskiyə daha nüfuzlu görünür və bakılı məmur onu vaxtilə Altuxov, Royt və Dümonun Kür-Bakı su kəməri layihələri ilə tanış edir. Lindley bu layihəyə maraq göstərərək görəcəyi işlərə dair öz şərtlərini və alacağı qonorarın məbləğini açıqlayır. Bakı Şəhər İdarəsi və Duma bu şərtləri məqbul sayaraq Kür və Samur çaylarından gündə 2-3 milyon vedrə su daşıyacaq kəmərin çəkilişinə dair 2 layihə hazırlamaq təklifi ilə Lindleyi Bakıya dəvət edir. Lindley bu dəvəti “su mənbəyini özü seçmək” şərti ilə qəbul edir. Lindleyin bu şərti “Şollar-Bakı” su kəmərinin özəl daşı sayıla bilər.

Dünya mühəndislik elminə bir çox töhfələr vermiş məşhur Lindleylər nəslinin nümayəndəsi, London mülki mühəndislər institutunun məzunu, ser Vilyam Harleyn Lindleyin Bakı şəhər rəhbərliyi qarşısında belə bir şərt qoymaqda tam haqqı var idi. Avstriya-Macaristan, Rumıniya, Almaniya, Hollandiya, İtaliya, Polşa və Rusiyada işləmiş ata və oğul Lindleylər Avropanın 35 şəhərinin içməli su və kanalizasiya sistemlərinin layihəsini hazırlamış və tikintisinə rəhbərlik etmişdilər.

Lakin 1899-cu ilin oktyabrında Bakıya gələn 46 yaşlı V.Lindley onu qarşıdakı 17 ildə nə kimi çətinliklər, ağlasığmaz təzyiqlər və sınaqlar gözlədiyindən hələ xəbərsiz idi. Bakıya gəlişinin ilk günlərində Şəhər İdarəsinin üzvləri ilə görüşüb müzakirələr apararı, Dumanın iclaslarında iştirak edən Lindleyə ilk növbədə Samur çayından kəmərin çəkilişinə üçün layihəyə üstünlük vermək təklif olunur. Samurdan kəmərin çəkmək niyyəti ondan irəli gəlirdi ki, bakterioloji və kimyəvi göstəricilərinə görə bu çayın suyu Kürün suyundan daha yaxşı idi. Eyni zamanda Samurdan suyu Bakıya öz axarı ilə gətirmək mümkün idi. Lakin Samur çayı ətrafı araşdırılmadığından qərar çıxarmaq mümkün deyildi. Müvafiq layihəni hazırlamaq üçün məsələni yerində öyrənmək tələb olunurdu. Lindley əsasən mühəndislərdən ibarət kiçik bir tədqiqat qrupu yaradır və yubanmadan Şimal bölgəsindəki su mənbələrinin öyrənmək üçün Quba qəzasına yola düşür. Yolüstü axarı çaylara baxış keçirən qrup üzvləri kəmərin keçəcəyi əraziləri öyrənmək üçün Dəvəçi, Qızıl Burun, Xıdır-Zindan, Giləziyə baş çəkir, Samur çayının hövzəsinə qədər gedib çıxırlar. Quba qəzasında bol sulu çaylar və bulaqlar ingilis mühəndisinin diqqətindən yayınmır.

Bakıya qayıtdıqdan sonra səfərin yekunları haqda Dumaya hesabatında Lindley, artıq ilkin müşahidələrinin nəticəsi kimi yeni su kəməri üçün Kür və ya Samur çaylarından deyil, Quba qəzasındakı yeraltı suların və bulaqlardan istifadə edilməsini təklif edir. Hələ 1895-ci ildə Tiflis üçün layihə hazırlayarkən Kür suyunun xüsusiyyətlərini öyrənmiş Lindley, Samur çayının da gilli olması, sahilində tez-tez torpaq yuyulması baş verməsi, bu çayların suyunun təmizlənməsi üçün əlavə su anbarlarının tikilməsi, süzgəclər quraşdırılmasının labüdlüyü və d. dəlillər gətirərək, kimyəvi, fiziki və bakterioloji tərkibi Kür və Samur çaylarının suyundan daha təmiz olan yeraltı bulaq və çeşmə sularına üstünlük verdiyini əsaslandırır. Razılıq olacağı təqdirdə, Lindley işə başlamaq üçün bir sıra texniki və maddi şərtləri sadalayır. Lakin Dumanın Su Komissiyasının sədri erməni Antonov dərhal bu layihənin əleyhi-nə çıxır, Bakıya tez bir zamanda su lazım olduğunu əsas gətirərək yeni kəmərin Kür və ya Samurdan çəkilməsi üzərində təkid edir. Lindleyin bir mütəxəssis kimi ona eti-mad edilməsi tələbi, bulaq suları olduğu halda Kür və ya Samur çaylarından kəmərin çəkilməsinin yanlışlıq olduğu və bu səhv qərara görə məsuliyyəti Şəhər idarəsinin daşıyacağı kimi sərt bəyanatları da vəziyyəti dəyişmir. Komissiya Lindleyin israr etdiyi mənbələrdə su ehtiyatının həcmi barədə hər hansı dəqiq məlumatlar göstərmə-diyi, bu layihənin çox vəsait aparacağı, eləcə də yeraltı suların torpaq sahibkarlarının xüsusi mülkiyyəti olduğu kimi dəlillər gətirərək ona Kür və ya Samur variantları üzrə layihə hazırlamasını tapşırır. Su təchizatı komissiyasının sədri Antonov bir daha Lindleyə onun məhz bu 2 layihədən birini seçmək üçün dəvət olunduğunu xatırladır.

Bu şərtə baxmayaraq V.Lindley hər 3 variant üzrə hidroloji axtarışlar aparır və 1901-ci ilin martında Dumada su kəməri ətrafında gedən müzakirələrdə bir daha məhz Şollar

mənbəyi üzərində təkid edir. “Əgər xəstə həkim çağırıbsa, onun məsləhətinə əməl etməlidir. Siz xəstəsiniz, mən də məsləhət verirəm”- deyə Kür və Samur çaylarından kəməre qarşı etirazının əsas səbəbi kimi həmin dövrdə çay suyunu təmizləmək üçün qurğuların mükəmməl olmadığını göstərir. Yeraltı sular isə bu prosesi keçmədən istehlaka daxil ola bilərdi.

Duma yenə də bütün bu dəlilləri və Lindleyin yeraltı mənbələrin axtarışı üçün ona 30 min rubl ayrılması təklifini rədd edir. Lakin bu dəfə Lindley azərbaycanlı deputatların və xüsusilə Hacı Zeynalabdin Tağıyevin simasında öz layihəsinin ən qətiyyətli və ardıcıl müdafiəçilərini tapır. Bakıya təmiz içməli suyun gətirilməsi tərəfdarı olan və bu yolda vəsaitini əsirgəməyən Tağıyev Lindleyin layihəsinə şübhə ilə baxan Duma üzvlərini “Şahdağ öz qarı və buzlaqları ilə əbədi olduğu kimi Şollar suyu da əbədidir”- deyə inandırmağa çalışır və bununla kifayətlənməyərək, Dumaya belə bir təklif edir: O, Lindleyin təklifi üçün öz şəxsi vəsaitindən 25 min rubl ayırır. Əgər qazıntı işləri müsbət nəticə verərsə - yəni nəzərdə tutulan mənbələrdə bol su olduğu təsdiq edilərsə, o zaman Şəhər İdarəsi həmin pulları qaytarır. Lakin Hacınin “ Su tapıldıqdan sonra pulu verərsiniz- yaxşı, verməməsiniz də eybi yoxdur” sözləri bu məsələnin həllində son nöqtəni qoyur. Komissiya Quba qəzasında sınaq quyuları qazılması, kəmərin keçəcəyi ərazilərin müəyyənləşdirilməsi və d. texniki işlərə başlanılmasına qərar verir. Bununla da Şollar-Bakı su kəmərinin reallaşmasının əsası qoyulur. (Məlumat üçün: müsbət nəticə alındıqdan sonra Şəhər İdarəsi 1901-ci ildə H.Z.Tağıyevin pulunu qaytarır.)

Tezliklə Lindleyin dəvətilə Azərbaycana gələn xarici mühəndislərdən ibarət ekspedisiya qrupu Xudatdan şimal-şərqə doğru meşədə şəffaf, təmiz, sərin bulaq suyunun olduğu aşkarlayır. Ən böyük bulaq Şollar kəndinin yaxınlığında yerləşdiyi üçün sənədlərdə su mənbəyi kimi daha çox Şolların adı çəkilir. Qazılmış quyular və suyun tərkibinə dair aparılan laborator yoxlamalar Lindleyin verdiyi proqnozları - yeraltı suların həcmının Bakının içməli suya olan ehtiyacından dəfələrlə çox olduğu-nu təsdiq edir. Lakin bu xəbər Bakıda yayıldıqdan sonra Şollar su kəməri ətrafında işlər tamamilə başqa bir məcraya yönəlir. Şəhərdə su satışı ilə məşğul olan şirkətlər, xüsusilə erməni sahibkarları yeni su kəməri əleyhinə geniş əks-təbliğat kampaniyasına başlayırlar. Ermənilərə məxsus “Baku”, “Bakinskaya kopeyka” və d. mətbuatda, ictimai toplantılarda, cəmiyyətin müxtəlif dairələrində bulaq sularının Bakı kimi böyük şəhəri su ilə təmin edə biləcəyinə şübhə yaradılır. Quba qəzasındakı iri torpaq sahiblərinə xəbər göndərilir ki, onların mülkiyyətində olan ərazilərdən su kəməri çəkilərsə torpaqlarının əkilməsinə icazə verilməyəcək. Bu işdə “ Bakı gəmi sahibləri” sindikası xüsusi fəallıq göstərir. Kapitalistlərin narahatlığına əsas var idi: təkcə 1899-cu ildə onların su satışından əldə etdiyi gəlir 64-65 min rubl olmuşdu. Müqayisə üçün: Bakı Şəhər İdarəsi həmin 1899-cu ildə Bakıya su kəməri və kanalizasiya xətlərinin çəkilişinə böyük çətinliklə 70 min rubl məbləğ ayırmışdı. Yeni su kəmərinə qarşı məqsədyönlü şəkildə aparılan kampaniya böyüyərək Şəhər İdarəsi və Dumanın iclaslarında yenidən qızgın və nəticəsiz müzakirələr açılmasına gətirib çıxarır.

1900-1902-ci illər Bakını bürüyən vəba epidemiyası su probleminin həllini yeni-dən təxirəsalınmaz bir zərurətə çevirir. Su satışında maraqlı olan şirkət və sahibkarların Şollar kəməri ətrafında qaldırdığı söz-söhbətin səngimədiyinə baxmayaraq məhz yeni su kəmərinin bu problemin yeganə həlli yolu olduğu artıq hamıya aydın idi. Təsədüfi deyil ki, 1902-ci ildə Bakı şəhərinə yeni başçı təyin edilən Aleksandr Novikov ən qətiyyətli şəkildə bu məsələ ilə məşğul olmağa başlayır. Uzun illər Dumada Su təchizatı komissiyasının sədri olmuş Antonov vəzifəsindən istefaya gedir və bu mühüm komissiyaya rəhbərliyi Novikov öz üzərinə götürür. Onun başçılığı ilə keçirilən iclaslarda kəmərin haradan çəkilməsi məsələsi, xüsusilə Şollar mənbəyi yenə qızgın mübahisələr doğurur və onun əleyhdarları bu dəfə daha məntiqli görünən bir təklif irəli sürürlər. Şəhərin içməli və sənaye suyunu kəskin tələbatını və vəba epidemiyasının nəticələrini əsas götürərək su kəmərinin daha yaxın məsafədən və kiçik zaman ərzində çəkilməsini vacib sayırlar. Beləliklə, Zuğulba su kəməri proyektı ortaya gətirilir.

Əslində Zuğulbakı mənbələrdən istifadə edilməsi təşəbbüsü ilk dəfə hələ 1870-ci illərdə irəli sürülmüş, Bakı qubernatoru Kolyubakinin sərəncamı ilə bu mənbə ilə bağlı bütün



min vedrədən bir qədər artıq – son dərəcə məhdud olduğundan, şəhərin eh-tiyaclarını ödəməyəcəyi hər kəsə aydın idi. Təsədüfi deyil ki, yeni su kəməri məsələsi hələ də gündəmdə qalır, onun Kür, Samur və ya Şollardan çəkilməsi ətrafında mü-bahisələr kəsilmirdi. Azərbaycanlı deputatların birmənalı olaraq Şollar su kəmərinə üstünlük verməsi qarşısında Dumanın erməni və digər millətlərdən olan üzvləri, eləcə də Şəhər idarəsinin bəzi əməkdaşları artıq yalnız bu layihəyə deyil, Lindleyin özünə və həmkarlarına qarşı açıq mübarizəyə qalxır, onların işinə hər cür maneələr yarat-mağa çalışırlar. Su təchizatı ilə bağlı Dumada bu və ya digər məsələlərə dair müxtəlif komissiyalar yaradılır, saysız iclaslar, uzun-uzadı müzakirələr keçirilirdi. Məhz bu iclasların birində, növbəti müzakirələr zamanı ortaya çıxan bir dialoq “Şollar” su kəmərinin taleyinin onun müəllifinin və tərəfdarlarının şəxsi keyfiyyətlərindən nə dərəcədə asılı olduğunu üzə çıxarır. 1902-ci ildə yeni şəhər rəhbərliyinin iştirakı ilə keçirilən iclasda iştirak edən H.Z.Tağıyev Duma üzvlərinin Lindleyə ünvanlanmış kəskin çıxışlarına diqqətlə qulaq asdıqdan sonra söz alır və üzünü ingilis mühəndisinə tutaraq deyir: “Mən sənin palıd kimi dözüməyə həsəd aparıram. Səni sağdan da, soldan da sıxırırlar, təhqir edirlər. Lazım olan sənədləri vaxtında vermirlər, sonra da deyirlər ki, öhdənə götürdüyün işi vaxtında yerinə yetirmirsən. Sən bu gün bizim şəhərə çay yox, bulaq suyunu çəkməyi təklif edirsən... Kimlərsə sənə razılaşır, kimlərsə razılaşmır, səni özlərinə düşmən hesab edir. Nəyə və kimə görə özünə düşmən qazanırsan? Pulunu al, bunların dediyi kimi, Kürdən suyu çək. Bütün söz-söhbət də qurtarsın. Bu insanlar yaxşılıq nədir, bilmirlər. Sən bunlara görə niyə özünü oda atırsan? Sən bakılı deyilsən, ancaq Bakıya, bakılılara onlardan çox can yandırırısan. Mən sənə yerinə olsaydım bu yaxşılıq bilməyən insanlara heç nə etməzdim”.

Hacının Azərbaycan dilində söylədiyi bu sözləri, tərcümədə anlasa da, onların arxasındakı incə mənanı tutan Lindley, ayağa qalxaraq özünün Bakıda bəlkə də ən mühüm və səmimi çıxışını edir: “Mən bura gələndən sonra anladım ki, əsl bakılı kimdir. Əgər bakılı camaat arasında bir işi görəcəyinə söz verirsə, nə olursa-olsun, o sözə əməl etmə-yə çalışır. Mən də bakılılara söz vermişəm, nə olursa-olsun sözümün üstündə duracağam. Bi-zə qarşı olan bütün təxribatlara, hədə-qorxulara baxmayaraq, şəhərə keyfiyyətli bulaq suyu verəcəyəm.... Öleyhimə çıxanlara isə deyirəm. Elə düşünməyin ki, mən sizə görə işləyirəm, sizə yaxşı su verməyə çalışıram. Xeyr, mən şor su içən kasıb bakılılara keyfiyyətli su vermək istəyirəm”.

Beləliklə, 1902-ci ildən başlayaraq Lindley tərəfindən ortaya qoyulan “əsl bakılı” formulu özündə daha geniş mənalara ehtiva etməklə, “Şollar-Bakı su kəmərinin” bütün sonrakı taleyində bir sınaq və hesab nöqtəsinə çevrilir. Dumanın azərbaycanlı deputatlarının təkidi və Bakı şəhərinin yeni rəhbərliyinin dəstəyi ilə Qafqaz Su İnspeksiyası qarşısında Bakının su təchizatı məsələsinə baxılması haqda məsələ qaldırılır və yeni kəmərin üçün nəzərdə tutulan su nümunələri hidravlik ekspertizaya göndərilir. 1902-ci ilin dekabrında Qafqaz hidravlika mühəndislər qurultayı bu məsələni müzakirə edərək Bakı su kəməri üçün yeraltı mənbələrin istifadəsinə üstünlük verir. 1903-cü ilin noyabrında Şəhər idarəsi nəhayət ki, Lindleylə Şollar kəməri üçün layihə tərtib etmək barədə müqavilə bağlayır. 1904-cü ilin əvvəllərində sınaq quyularının qazılması haqda bir fransız qazma şirkəti ilə müqavilə imzalanır. Eyni zamanda layihəyə cəlb edilmiş xarici firmaların işlərinə nəzarət etmək üçün Duma tərəfindən əsasən azərbaycanlı deputatlardan ibarət komissiya yaradılır. Bulaq ərazisində işlər başlayır, ilk sınaq quyuları öyrənilən ərazidə güclü su ehtiyatları olduğunu bir daha təsdiq edir. Güman etmək olardı ki, bununla da Bakının içməli su ilə təchizatı məsələsi tezliklə öz həllini tapacaq. Lakin, az sonra texniki və hüquqi sahədə üzə çıxan problemlər bu ümidləri heçə endirir. Qazma dəzgahları ərazidəki çınqıl layları keçə bilmədiyindən nəzərdə tutulan müddətdə və sayda quyuların qazılması mümkün olmur, bu səbəbdən layihələr gecikdirilir, əlavə xərclər isə artırdı. Digər tərəfdən Quba qəzası əhalisi Şollar suyundan istifadə etdiyindən bu bulaqlardan Bakıya kəmərin çəkilməsinə icazə vermirdi. Bu məsələ sonralar yalnız Qafqaz canişini knyaz Qolitsin işə qarışdıqdan, Bakı şəhəri hesabına Quba qəzasına Samur çayından suvarma kanalı çəkilməsi şərti ilə həll olunur. Daha bir problem su



kəməri çəkilişi üçün əhalidən icarəyə götürülən torpaq haqqı və kəmərin özünün tikintisi üçün tələb olunan vəsaitlə bağlı idi. Nə Qafqaz canişinliyi, nə də Mərkəzi hökumət bu iş üçün hər hansı vəsait ayırmaqdan imtina edirdi, şəhərin özünün isə 4 milyona yaxın maliyyə xərcini çəkməyə gücü çatmırdı.

Bütün bu səbəbləri əsas gətirən Bakı Şəhər İdarəsi Fransız qazma firması ilə müqaviləni pozaraq, üstəlik ona 8 mindən artıq cərimə ödəməli olur. Qazma işləri dayandırıldıqdan az sonra Şəhər İdarəsi Lindleylə də müqaviləni pozur. Beləliklə, Duma iclasındakı ələmətdar çıxışında əleyhdarlarının onu “Şollarda başladığı işi yarımçıq qoyaraq çıxıb getməyə məcbur edə bilməyəcəyinə” əminliyini bildirən Lindley Bakını tərk etməli olur. Lakin, görünür ki, bakılılar qarşısında verdiyi sözə əməl etmək imkanından məhrum edilməsi əsl “əsilzadələr” nəslinin bu nümayəndə-sinə rahatlıq vermir. Varşavadan Bakı Şəhər İdarəsinə göndərdiyi məktubda Lindleyin ürək ağrısıyla vurğuladığı “Su Komissiyasında oturan və mühəndislikdən xəbəri olmayan şəxslərin kimlərsə marağına görə” işə mane olduğu, onun iş planına düzəlişlər edildiyi, texniki işçilərə məhdudiyyət qoyulduğu, qazma işlərinin aparılmasına icazə verilmədiyi və s. kimi məqamlar Şəhər idarəsinin artıq 20 min rubl xərclədiyinə baxmayaraq, hətta cərimələr ödəməklə tələm-tələsik “Şollar” layihəsini bağlamasının yalnız “obyektiv” səbəblərdən irəli gəlmədiyini göstərirdi.

Bu “marağı olanların” kimliyi isə məlum idi. Ənənəvi olaraq müxtəlif bəhanələr-lə kəmərin əleyhinə yönələn ittihamlar artıq Lindleyin özünə yönəldilmişdi. Erməni mühəndisi Markarov Lindleyi prosesə ayrılan vəsaitin guya düz xərclənmədiyində təqsirləndirərək məsələnin Bakı Dumasında müzakirəsinə və həqiqət aydınlaşana qədər işlərin saxlanması nail olmuşdu. Sonradan erməni mühəndisi səhv etdiyini boynuna alsada, bu fakt, kəmərin tikintisinin qarşısının alınmasında, yaxud uzadıl-masında maraqlı olan erməni sahibkarlarının öz məqsədləri yolunda heç bir vasitə-dən, hətta böhtandan belə çəkinmədiyini göstərirdi. Təsədüfi deyil ki, Lindley Bakı-dan getdikdən sonra, şəhərin su təchizatı yenidən A. Melikovun “Zuğulba” su kəməri, Saruxanovun “Kür suyu”, Adamov qardaşlarının daxil olduğu “Bakı gəmi sahibləri”, dəniz suyunu şirirləşdirən “Artur-Keppel” şirkətlərinin və irili-xırdalı su alverçiləri-nin əlində cəmlənmişdi. Sonrakı illərdə şəhər rəhbərliyi və Duma su möhtəkirlərinin qarşısını almaq üçün elə bir əməli tədbirlər görmür, suyun 1 vedrəsinin satış qiyməti görünməmiş həddə - 3-4 qəpiyə, sənaye xidməti üçün isə 5-6 qəpiyə çatır.

Burada “şəhər atalarının” diqqətini su məsələsindən yayındıran başqa ciddi səbəblər də var idi. 1905-1907-ci illər Rus inqilabının inqilabı və dərhal başlanan erməni- müsəlman qırğınları təbii ki, şəhərin təsərrüfat həyatında da əks olunurdu.

Lakin məhz bu inqilabın dalğasında siyasi-ictimai cəhətdən fəallaşmış, milli qırğın-ların gedişində özünün heç də zəif “əhali qrupu” olmadığını sübut etmiş azərbaycanlı cəmiyyəti şəhər həyatında öz həlledici sözünü deməyə başlayır. İnqilabın gedişində Bakı Dumasına seçkilər qanununu öz xeyrinə dəyişməyə nail olmuş Azərbaycan ziyalıları 1907-ci ildə onun nəticələrini görürlər. Dumaya keçirilən seçkilərdə 80 deputatdan 47-si azərbaycanlı olur. Yeni tərkibdə Azərbaycan “qlasnıları”nın arasında savadlı insanların- həkim, mühəndis, hüquqşünas, müəllimlərin sayı artır. Dumanın su təchizatı üzrə yeni komissiyasının da 17 üzvündən 7-si azərbaycanlı olur və məhz bu tərkib, başda yenə də H.Z.Tağıyev olmaqla “əsl bakılı kimdir” sualına cavab verməyi öz üzərinə götürür. Komissiyanın artıq ilk iclaslarında “Şollar” su kəmərinə bərpa etmək məsələsi qaldırılır. Həmin 1907-ci ilin yayında Dumanın və Su təchizatı komissiyasının yeni üzvü – Mirzə Əsədullayev (milyonçu Şəmsi Əsədulla-yevin böyük oğlu) Berlinə gedir və Lindleylə görüşərək Şəhər İdarəsi adından onu yenidən Bakıya dəvət edir. Böyük məmnuniyyətlə Bakıya qayıdan Lindley, dərhal işə başlayır və bu dəfə şəhər rəhbərliyi, xüsusən yeni şəhər başçısı Rayevskidən, eləcə də Quba qəzasının yerli məmurlarından hər cür dəstək alır. Məlumat üçün deyək ki, Duma üzvləri 1907-1911-ci illər Bakı şəhər başçısı vəzifəsinə Kursk zemstvo idarəsi-nin rəisi Rayevskini Hacı Zeynalabdin Tağıyevin təklifi ilə seçmiş və ona çox yüksək maaş təyin etmişdilər. Belə ki, Tiflis şəhər

başçısı ildə 4 min, Rusiya hökuməti nazirləri ildə 15 min rubl aldıqları halda, Rayevskiyə 20 min rubl maaş verilirdi.

Bütün bu amillərin “Şollar” su kəmərinin tikintisinə sözsüz ki, təsiri var idi. Təsə-düfi deyil ki, Lindley onunla yenidən bağlanan müqavilədə nəzərdə tutulan bütün işləri maneəsiz yerinə yetirə bilir. 1909-cu ilin martında Tiflisdə hidravliklərin IX qurultayında Lindleyin təqdim etdiyi Şollar layihəsi təsdiq olunur. 1909-cu il mayın 5-də Şəhər Duması və Geoloji Komitənin birgə iclasında Şollar su kəmərinin tikinti-sinə başlamaq haqqında qərar qəbul edilir. Lakin şəhərin bu nəhəng tikinti üçün lazımi qədər vəsaiti yox idi. Bakı su kəməri ilə bağlı əvvəllər də Mərkəzi hökumətə ünvanlanan müraciətlər isə nəticəsiz qalırdı. Lakin bu dəfə işi sona çatdırmağa qərar vermiş Bakı Duması Şəhər İdarəsinə 23,5 milyon rubl məbləğində istiqraz burax-mağı həvalə edir və bu məqsədlə Şəhər başçısı Rayevskini Peterburqa göndərir. Paytaxtda hökumət üzvləri, Maliyyə Nazirliyinin rəsmiləri ilə görüşən Rayevski, uzun müzakirələrdən sonra nəhayət ki, məqsədə nail olur. İmperator II Nikolayın 6 oktyabr 1909-cu il tarixli fərmanı ilə Bakı Şəhərinə 49 il müddətinə, illik 5 %, 27 milyon rubldan çox olmamaq şərtilə istiqraz buraxılmasına icazə verilir.

Lakin, layihənin reallaşması yolunda maneənin biri aradan qaldırıldıqca yeniləri yaranırdı. Bakı neftinin əsas hissəsinə sahib olan xarici və qeyri-müsəlman inhisarçı-lar, müxtəlif şirkət sahibləri, iri kapitalistlər az qala boykot səviyyəsində Şollar su kəməri üçün buraxılan istiqrazlara maraq göstərmirlər. Vaxtilə özünü “yapışdığından əl çəkməyən ingilis buldoqu” ilə müqayisə etmiş və “Bakıdan əl çəkməyəcəyinə” söz vermiş V. Lindley bu vədinə də əməl edir. Onun söyləri nəticəsində London bankları vasitəsilə, istiqrazların nominal dəyərinin 93 % miqdarında qiymətlə satışına nail olunur. Bakı Şəhər İdarəsi 1911-ci ildən su satışından əldə edilən gəlir hesabına ona verilən kreditin ödənişinə başlayır.

Lakin maddi vəsait məsələsi həll edildiyi vaxtda daha bir problem yaranır. Bu dəfə kəmərin keçəcəyi torpaqların icarəyə verilmədiyi və ya torpaq sahiblərinin küllü miqdarda pul tələbi ortaya çıxır. Böyük çətinliklə bu məsələni də həll etmək mümkün olur: 1912-ci ilin yanvarında çar II Nikolay Şollar su kəmərinin keçəcəyi 770 desyatin (840,84 hektar) torpaq sahəsinin müsadirə edilməsi haqqında fərman verir.

Bütün bu məsələlər həll olunana qədər “Şollar” kəməri ətrafında işlər davam edirdi. Kəmərin tikintisi üzrə tender elan edilmiş, daha səmərəli və ucuz təkliflər etmiş İngiltərənin Qriffits şirkəti ilə müqavilə bağlanmışdı. Müqavilənin şərtlərinə görə işlər 1914-cü ilin mart ayına qədər yekunlaşmalı idi. Lakin bir sıra texniki səbəblər üzündən tikinti uzanır, Şəhər İdarəsinin bu şirkətlə bağladığı müqaviləni pozması məhkəmə araşdırmalarına səbəb olur, kəmərin əleyhdarları bundan istifa-də edərək yenidən “Şollar” ətrafında əks-təbliğət kampaniyasını qızıdırırlar. Bu təbliğət artıq elə geniş miqyas alır ki, 1911-ci il seçkilərində Dumanın tərkibinə seçilmiş Məşədi Əzizbəyov bu məsələni Dumada qaldıraraq “Şollar “su kəməri tikintisinə sırf tacir mövqeyindən deyil, şəhərin ehtiyacları nəzərindən yanaşmağı, Dumanın özünün süni şəkildə yaradılan bu əks-təbliğət kampaniyasında iştirakına son qoymağı tələb edir. İxtisasca mühəndis olan Əzizbəyov Su təchizatı komissiyasının ən fəal üzvü kimi kəmərin tikintisinə nəzarət işlərində bilavasitə iştirak edir. Şəhər idarəsi ingilis şirkəti ilə məhkəmə prosesini böyük çətinliklə udduqdan sonra 1913-cü ilin sonlarında kəmərin tikinti işləri Dumanın Su təchizatı Komissiyasına tapşırılır. Bu dövrdən başlayaraq tikintinin 10 müxtəlif sahəyə bölünməsi, fəhlələr üçün Sumqayıt və Dəvəçi yaxınlığında taxta evlərdən ibarət yataqxanalar tikilməsi nəticəsində işlər həqiqətən sürətlənir, onun nəzərdə tutulan vaxt –1914-cü ilin sonları üçün başa çatacağına inam artır.

Lakin 1914-cü ildə I dünya müharibəsinin başlanması ilə vəziyyət dəyişir. Qafqaz cəbhəsinin yaranması Zaqafqaziya dəmir yolunu iflic vəziyyətinə salır, tikinti işləri üçün yüklərin daşınması xeyli çətinləşir. Tikintidə çalışan təcrübəli mütəxəssislərdən 260 nəfər, o cümlədən mühəndis, texnik, idarə işçiləri, həkim, feldşer müharibəyə çağırılır. Bakının xəstəxanalarında yerləşdirilən yaralı əsgərlərin gətirdiyi yoluxucu xəstəliklər nəticəsində şəhərdə baş qaldıran epidemiya, eləcə də tikinti gedən sahələrdə yayılan malyariya minlərlə

işçinin, xüsusilə fəhlələrin həyatına son qoyur. Lakin bütün bunlara baxmayaraq Lindley və onu dəstəkləyən Duma və Şəhər İdarəsi tikintini başa çatdırmağa qərar verirlər. Yaranmış şəraitdə Lindley layihəyə bəzi dəyişikliklər edir, qazılmış su quyularının məhsuldarlığı çox olduğu üçün onların sayı 13-dən 9-a endirilir. Müharibənin yaratdığı problemlər Almaniyadan 600 at gücündə 3 mühərrikin gətirilməsinə imkan vermədiyindən Vyanadan 200 at gücünə malik 3 dizel mühərrik alınır. Bu, kəmərlə nəql olunacaq suyun sutkalıq həcmnin 3 milyon vedrədən 1 milyon vedrəyə düşməsinə səbəb olsa da, tikintini uzatmaq, yaxud saxlamaqdan daha məqbul sayılırdı. Mühərriklər layihənin ən əhəmiyyətli hissələrin-dən biri - Sumqayıt yaxınlığında tikilən nasos stansiyasında qurulacaqdı. Kəmərin keçdiyi ərazilərin relyefi suyun öz axımı ilə gəlməsinə imkan verirdi. Sumqayıt yaxınlığından Bakıya qədər isə təzyiqli çuqun xəttin çəkilməsi və suyun nasoslarla nəqli nəzərdə tutulurdu. Bu işlərlə yanaşı, Şollardan gələn suyun toplanması və şəhərin dayanıqlı olaraq su ilə təmin edilməsi üçün Salyan kazarmasının yaxınlığında tutumu 4,3 milyon vedrə, hərbi lazaretin (indiki Rusiya səfirliyinin) yanında isə tutumu 800 min vedrə olan 2 su anbarının tikintisi də aparılırdı. Bakının özündə də çuqun borularla 163 km uzunluğunda şəhər şəbəkəsi tikilirdi.

Diqqətləyiqdir ki, Dumanın bəzi erməni üzvləri son nəticədə Şollar kəmərinin çəkilməsinə mane ola bilməsələr, tikintinin hər mərhələsində layihənin əleyhinə bir bəhanə tapıb işə xələl gətirməyə çalışırdılar. Məs., deputat Vaçyans şəhərdaxili şəbəkə üçün sifariş verilmiş boruların böyük və baha olduğunu, bu ölçülü kəmərin Bakıya yalnız 10-20 ildən sonra lazım olacağını bildirərək israrla kiçik diametrlı borulardan istifadə olunmasına və bu məsələ ətrafında yeni müzakirələr açılmasına çağırırdı. Lakin layihənin uzun illər perspektivi üçün nəzərdə tutulduğunu əsas gətirən Lindley və onun tərəfdarları belə dəyişikliklər aparılmasına imkan vermirlər.

Müharibənin gedişi ilə bağlı qiymətlərin sürətlə artdığı, pulun isə qiymətdən düşdüyü bir şəraitdə su kəmərinin tikintisinə ayrılan vəsaitin xərclənib qurtarması ortaya yeni problemlər çıxarırdı. 1915-ci il iyulun 2-də Şəhər Dumasının iclasında Şollar su kəmərinin maliyyələşdirilməsi üçün 10 milyon rubl məbləğində əlavə istiqrazların buraxılması haqda qərar qəbul edilir, istiqrazların buraxılmasına qədər isə Mərkəzi Hökumət Bakı Şəhər İdarəsinə Moskva banklarından 8 milyon rubl qısamüddətli kredit götürməyə icazə verir. Bütün bu tədbirlər tikintinin gedişinə müsbət təsirini göstərir. Kəmərin, anbarların, şəhərdaxili şəbəkənin inşasında canlanma yaranır. Layihəyə şəhərin əsas küçə və meydanlarında su köşklərinin qoyulması əlavə edilir. Bu köşklərdən mərkəzləşdirilmiş qaydada su ilə təmin olunmayan sakinlərin və sahibkarların istifadə etməsi nəzərdə tutulurdu.

Nəhayət, müharibənin hələ davam etdiyi, bütün ölkənin böyük ictimai-siyasi sarsıntılar ərəfəsində olduğu bir zamanda V.Lindleyin və onun mütəxəssis komandasının, Bakı Dumasının ilk növbədə azərbaycanlı deputatları və Şəhər İdarəsinin rəhbərliyi, tikintidə çalışan minlərlə Azərbaycan kəndlilərinin və Bakı fəhlələrinin möhkəm iradəsi və əzmi, gərgin əməyi və zəhməti hesabına, 1916-cı ilin dekabrında Şollar-Bakı su kəməri tikintisinin birinci növbəsi başa çatır.

1917-ci il yanvarın 22-də Lindley, Şəhər başçısı Bıç, Dumanın və Şəhər İdarəsinin üzvləri, iş adamları, ziyalılar, mətbuat nümayəndələri şəhərin kənarında, Salyan kazarmasının yaxınlığında tikilmiş anbarın ərazisində Şollar suyunun gəlişini gözləyirlər. Bakının sadə sakinləri də neçə illərdən bəri həsrətində olduqları şirin suyu öz gözləri ilə görmək üçün buraya axışır. Yalnız Hacı Zeynalabdin Tağıyev, Bakıya içməli suyun çəkilməsində xüsusi xidmətləri olan el atası, xəstə olduğundan bu mərasimdə iştirak etmirdi. Lindley tez-tez əlindəki saata baxır və suyun bir neçə dəqiqəyə anbara daxil olacağını həyəcanla bildirir. Düz müəyyən olunmuş vaxtda, 187 kilometrlik məsafəni 63 saata qət edən Şollar suyu anbara tökülməyə başlayır. Həmin vaxtdan “Şollar” sözü Bakı əhalisinin dilində şirin su mənasında səslənir.

Sonrakı bir ayda su anbarlarının yuyulması və doldurulması, şəhərdaxili su xətlərinin yoxlanılması kimi işlər görülür. Və nəhayət, 1917-ci il fevralın 18-də “Şollar-Bakı” su

kəmərinin açılış mərasimi keçirilir. Əslində Şəhər İdarəsi bu, həqiqətən böyük hadisəni ən təntənəli şəkildə qeyd etmək üçün 40 min rubl ayır-mağı qərara almışdı, Qafqaz canişininin bu münasibətlə Bakıya gəlişi gözlənilirdi. Lakin 1917-ci ilin fevralında, ölkədə yaranmış qarışıqlıq təmtəraqlı mərasim keçirilməsinə imkan vermir. Bununla belə, “Şollar-Bakı” su kəmərinin rəsmi açılışı şəhərdə əsl bayrama çevrilir. Açılış mərasimində iştirak edən Hacı Zeynalabdin Tağıyev su anbarından şəhərdaxili kəmərlərə gedən ilk kranı açır. V.Lindley mərasimdə çıxış edərək görülən işi belə qiymətləndirir: “Avropanın 35 şəhərində su kəmərlərinin tikintisində əməyim olub, lakin belə möhtəşəm və texniki cəhətdən mürəkkəb bir iş görməmişdim. 187 km uzunluğu olan Şollar kəməri dünyanın ən uzun su kəməridir və Bakı bununla fəxr etməlidir”.

Bakı sakinləri də yüz ildən bəri intizarında olduqları bu hadisəni layiqincə qeyd edirlər, sayısız qurbanlar kəsilir, ehşanlar paylanır. Bakı şəhərinin başçıları, Dumanın üzvləri bu layihənin reallaşmasında müstəsna rolu olmuş Lindleyin qarşısında öz borclarını ödəyirlər: ona Bakının fəxri vətəndaşı adı, böyük miqdarda pul mükafatı verilir, Bakı Dumasının salonunda onun portreti asılır, şəərəfinə gözəl sözlər söyləni-lir. Şollar suyunun Zaqafqaziya dəmiryolunda geniş istifadəsi nəzərdə tutulduğundan Lindley bu dəmiryolundan ömürlük pulsuz istifadə hüququna malik olur. Lakin, tale Lindleyə layiq olduğu bütün bu şəərəfli ad və hüquqlardan istifadə etməyə imkan vermir. 1917-ci ilin sentyabrında Bakını tərk edən ser V.Lindley həmin il dekabrın 30-da Londonda 64 yaşında ürək xəstəliyindən vəfat edir. Bu kədərli xəbər Bakıya yalnız 1918-ci ilin fevralında çatır. “Kaspi” qəzeti özünün 1918-ci il 2 mart tarixli nömrəsində bu münasibətlə dərc etdiyi yazıda vurğulayır ki, “Bakı-Şollar su kəməri kimi nəhəng inşaat Lindley olmadan nə meydana gələ, nə də həyata keçirilə bilməz-di”. Martın 3-də Bakı Şəhər Duması öz iclasında onun xatirəsini ayaq üstə yad edir, yas mərasimi keçirir, Şəhər İdarəsinə onun adını əbədləşdirilməsi tapşırılır. Az sonra Birja (indiki Üzeyir Hacıbəyov) küçəsinə Vilyam Lindleyin adı verilir.

Beləliklə, öz yaradıcısının yalnız bilik və bacarığı deyil, möhkəm iradəsi, inad və prinsiplilliyi sayəsində başa gələn Şollar-Bakı su kəməri mühəndis V.Lindleyin son və ən möhtəşəm əsəri kimi tarixə düşür. Bu kəmərin tikintisi ilə Lindley həm də bəkililərə verdiyi sözə əməl edir və “əsl bəkilı” olduğunu sübuta yetirir.

Lindleyin bu meyarı ilə yanaşı, onunla yanaşı, bütün bu illər boyu hər vasitə ilə “Şollar” su kəmərinin çəkilişini dəstəkləmiş Hacı Zeynalabdin Tağıyev başda olmaqla Azərbaycan milli burjuaziyasının görkəmli nümayəndələri – Bakı Dumasının milyonçu üzvləri - Musa Nağıyev, Şəmsi və Mirzə Əsədullayevlər, Ağabala Quliyev, Dumanın tanınmış ziyalı üzvləri - Həsən bəy Zərdabi, Fərrux bəy Vəzirov, Həbib bəy Mahmudbəyov, Kamil bəy Səfəraliyev, Mövsüm bəy Xanlarov, Əlimərdan bəy Topçubaşov, Əhməd bəy Ağayev, Məşədi Əzizbəyov və d. d. “əsl bəkilı” olduqlarını bir daha təsdiq edirlər.

Bakı neftindən tutmuş, bütün sənaye və şəhərin təsərrüfat sahələrindən küllü miqdarda gəlir götürən erməni milli burjuaziyasının və erməni deputatlarının Şollar su kəməri tarixindəki mənfi mövqeyi isə onu göstərir ki, özlərini Bakının sahibi saymalarına, “Baku” adı ilə bir neçə qəzet nəşr etmələrinə baxmayaraq, onlar Bakıya heç vaxt öz doğma şəhərləri saymamış, ona yalnız varlanmaq mənbəyi kimi baxmış və bununla bir daha özlərinin bu torpağa gəlmə bir əhali qrupu olduqlarını sübut etmişlər.

Burada daha bir məqam da qeyd edilməlidir ki, Şollar su kəmərinin çəkilişinə Rusiya çar hökuməti dövlət xəzinəsindən bir qəpik belə xərcləməmiş, bu kəmər şəhərin öz hesabına, yəni Bakı sakinləri və müəssisələrindən alınan vergilər, eləcə də Hacı Zeynalabdin Tağıyev və digər azərbaycanlı sahibkarların təmənnasız olaraq ayırdıqları vəsait nəticəsində tikilib başa çatmışdır. Çətin və mürəkkəb bir “yol” keçmiş “Şollar-Bakı” su kəməri düz 100 il fasiləsiz olaraq “təmiz su” arzusunda olan bütün tərəfdarlarının ümidini doğrultmuş və bu gün də “əbədi olan Şahdağ qarısı və buzlaqları” kimi sabit qalan məhsuldar mənbələrindən milyonlarla insanı ən təmiz, ən şəffaf və ən dadlı su ilə təmin edir.

## Ədəbiyyat siyahısı

1. Azərbaycan Respublikası Dövlət Tarix Arxiv, Fond 45, siy.1, iş 39, 35, 218; Fond 389, s. 7, iş 4, 14, 25, 39, 486, 470 ; Fond 46, siy. 6, iş 474; Fond 50, siy. 1, iş 1, 5, 142, 400, 401;
2. Газета “Каспий”, 1901, № 70; 1902, № 16; 1903, № 5;
3. Документы по истории Баку. 1810-1917., Баку, 1978;
4. Известия Бакинской городской Думы, Баку, Издательство Бакинской Управы, 1905, № 9-10; 1915, № 5-6;
5. Оджагова К.Р. Городское самоуправление города Баку в конце XIX-начале XX века. Баку, 1989;
6. Очерки развития водоснабжения в г. Баку, Баку, 1904;
7. Нуриева З.И. Позиции национальной буржуазии и промышленности Азербайджана в конце XIX-начале XX века. Автореферат дисс. Канд. Исторических наук, Баку, 1987;
8. Рустамова-Тогиди Солмаз. Март 1918 г. Баку. Азербайджанские погромы в документах. Баку, 2009;
9. Сеидзаде Д.Б. Из истории азербайджанской буржуазии в начале XX века. Баку, 1978;
10. Тагиев Ф. А. История города Баку в первой половине XIX в.;
11. Cəfərli Cəfər Südeyüb oğlu. Azərbaycanlı deputatların Bakı Şəhər Dumasında fəaliyyəti (1893-1917), Tarix elmləri namizədi almaq üçün dissertasiyası, Bakı, 2004;
12. Xanəliyev Vahid Məmmədyar oğlu. Bakı şəhərinin su təchizatı tarixi (XIX əsrin ikinci yarısı-XX əsrin 70-ci illəri). Tarix elmləri namizədi alimlik dərəcəsi almaq üçün dissertasiya. Bakı, 1993;
13. Məmmədov Dövlət. Bakıya Şollar suyunun çəkilişində Tağıyevin heç bir rolu olmayıb. “Gündəmxəbər.az” saytı, 23.09.2014;

### ИСТОРИЯ ВОДОПРОВОДА «ШОЛЛАР» КАК ПОКАЗАТЕЛЬ ПОЛИТИКО-ОБЩЕСТВЕННОЙ И ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЖИЗНИ БАКУ (конец XIX-начало XX века)

**Рустамова-Тогиди С.А.**

*НАНА, Институт востоковедения им. академика З.М.Бунядова, г. Баку,  
sru.tohidi@gmail.com*

#### РЕЗЮМЕ

История водаснабжения гор. Баку в конце XIX-начале XX века отражала всю политру политико-социальной и экономической жизни города, со всеми ее противоречиями. В статье подробно изучаются проблемы, существующие в этой области, указываются мероприятия, предпринятые царскими властями по их разрешению, подчеркивается отрицательная роль «армянского фактора» в реализации ряда проектов, связанных водоснабжением Баку. История проекта и строительства водопровода «Шоллар-Баку» рассматривается в контексте деятельности Бакинской городской Думы и Городского Самоуправления, отмечается исключительная роль английского инженера Вильяма Линдлея в реализации этого грандиозного проекта.

### THE HISTORY OF THE AQUEDUCT "SHOLLAR" AS AN INDICATOR OF THE POLITICAL, SOCIAL AND ECONOMIC LIFE OF BAKU (The end of XIX-beginning of XX century)

**Rustamova-Tohidi S.A.**

*ANAS, Institute of Oriental Studies named after Academician Z.Bunyadov, Baku,  
sru.tohidi@gmail.com*

#### SUMMARY

The history of the Baku city's water supply reflects the socio-economic and political environment of Baku at the end of the nineteenth and early twentieth centuries fully, with all its

contradictions. In the article is investigated all the difficulties faced by tsarist government beginning from the mid of the nineteenth century and its activities in this area, and shown the negative role of “Armenian” factor in the solution of the city's water problem. The history of the Shollar-Baku water pipeline project and its construction is illuminated in the historical context of the Baku City Duma and Baku city administration’s activities and is appraised the “author” of “Shollar” water pipeline the English engineer William Lindley’s merits in the realization of Shollar project.

## WATER SUPPLY ISSUES IN SERBIA

**Milanović Pešić A.<sup>1</sup>, Jakovljević D.<sup>1</sup>, Radovanović M.<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>*Geographical Institute "Jovan Cvijić" SASA, Belgrade, Serbia,  
a.milanovic@gi.sanu.ac.rs*

**Abstract:** Domestic water resources in Serbia are insufficient, characterized by unequal spatial and temporal distribution. At the other hand, Serbia is rich in transitional waters. This article will be focused on water resources use for drinking water supply as well as on overview of available water supply systems. Further, drinking water quality for public water supply, key problems in water supply, as well as possible future solution will be indicated.

**Key words:** water resources, water supply, Serbia

### Introduction

According to the World Water Development Report 4 [8], Serbia is classified in the category Little or no water scarcity. However, many problems related to water quantity could be identified: incomplete exploration of water resources, insufficient specific availability of domicile surface water, unequal spatial and temporal distribution of surface and ground water. Water lack is the most expressed in the densely populated lowlands with the best quality of land cover (Pomoravlje, Kolubara Basin, Šumadija, Vojvodina, south Serbia), while the high quality water resources are distributed around the borders of the Republic (Drina, Starovlaške mountains, Šara, Prokletije, Vlasina). Downstream of large international rivers (Danube, Sava and Tisa) run through Serbia, so lack of domestic water is compensated with transitional water, which is favorable situation for Serbia. Groundwater have the biggest share in water supply (70%), while the surface waters share is 30%.

### Groundwater

The most significant groundwater resources are located in alluvial sand-gravel sediments (about 50% of total ground water capacity). Following aquifers types are present: aquifers with free water table (phreatic aquifers), aquifers with water table under pressure (artesian and sub-artesian aquifer) and karst aquifers. Groundwater occur in the form of the shallowest phreatic aquifer the most frequently, located usually in large rivers valleys (Sava, Danube, Tisa, Velika Morava, Nišava, etc.). They are mostly used for water supply, but their use is limited, because this slowly renewable resource is under pollution risk [4]. Assessments of total groundwater capacities range from  $678 \times 10^6$  to  $750 \times 10^6$  per year [6]. Karst springs are the best quality, but they are poorly presented. Neogene sediments contain important groundwater resources, especially in the north part of Serbia (AP Vojvodina Province) but the problems in their exploitation is the depth of water catchments systems (about 120-250 m). Nevertheless, more than 200 artesian wells were excavated in Vojvodina for water supply [3], but due to overexploitation water table is significantly decreased and soil subsidence occurs. According to the data of Statistical Office of the Republic of Serbia, average exploitation of groundwater resources in Serbia was  $520 \times 10^6$  m<sup>3</sup> per year in period 2000-2015 (56% from alluvial sediments, 17% from main confined aquifer, 18% from karst springs and about 9% from neogene sediments). Groundwater in Serbia are mostly used for population water supply, then for industry and less for irrigation. Conducted hydrogeological studies show that around 30% of renewable groundwater reserves (67 m<sup>3</sup>/s) are exploited, excluding groundwater obtained through artificial recharge of karstified aquifer regulation. The share of

groundwater that can be obtained through artificial recharge is about 40 m<sup>3</sup>/s. In this way, total amount of 107 m<sup>3</sup>/s high quality groundwater would be obtained [5].

### Surface water

Surface water balance in Serbia is unfavorable. Average annual rainfall is 734 mm. Evapotranspiration amounts 553 mm (75.3%), while runoff of domestic waters is 181 mm (24.7%). Domestic streams form average discharge of 508.8 m<sup>3</sup>/s [9]. Because of this lack, transitional water with average discharge of 5,163 m<sup>3</sup>/s, are used. This show that domestic waters take part in total runoff with less than 10%, with the biggest share of Velika Morava, which is the largest domestic river (its basin involves 40% of Serbia) [9]. Average specific runoff in Serbia is 5.7 l/s/km<sup>2</sup>, but these values vary from 30 l/s/km<sup>2</sup> (mountains such as Šara, Prokletije) to less than 1 l/s/km<sup>2</sup> (Bačka) [6].

Specific availability of own surface water is 1,500 m<sup>3</sup> per inhabitant per year, approximately. According to this parameter, Serbia is in the poorer areas in Europe. Low limit for long-term self-sufficiency of domestic water of one country is 2,500 m<sup>3</sup> per inhabitant per year. Large water-stressed areas (such as Šumadija, Vojvodina province, and Province Kosovo and Metohija) have specific availability of domestic water less than 500 m<sup>3</sup> per inhabitant per year [6].

### Water supply

Although the water supply within specific places (fortified towns, palaces, religious objects) was presented in ancient history in Serbia, modern water supply systems were started to build at the end of 19<sup>th</sup> century. However, their development was not intensive, and before Second World War, besides capital Belgrade, only 17 settlements had public water supply [2]. More intense water supply development had started in the middle of 20<sup>th</sup> century. Number of users included in water supply system was increasing by the time, as well as specific water use in cities: from 100 l per user per day in 1950, 390 l per user per day in 1981 to 460 l per user per day in 1991 (industrial development was the dominant factor of this increase). By analyzing bigger spatial units, the lowest specific water use is in AP Vojvodina (about 230 l per user per day), in central Serbia is about 330 l per user per day, while the biggest specific water use is in Belgrade (about 400 l per user per day) [2].

According to the data of Statistical Office of the Republic of Serbia, Table 1 shows freshwater use for different purposes in the period 2000-2015. Significant anomaly in total water use is not recorded, except in 2014, because of floods. Total amount of used water in this year was reduced, especially for irrigation and hydropower generation.

Table 1 Freshwater use in Serbia in 2010-2015 period (mil m<sup>3</sup>)

Freshwater use	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Distributed to households	330	319	323	324	309	317
Irrigation	65	61	103	86	48	87
Consumption for livestock	33	31	30	29	30	30
Mining and quarrying	10	11	11	13	11	10
Manufacturing	132	144	123	112	109	121
Electricity, gas, steam and air conditioning supply	3,033	3,377	2,976	3,307	2,575	3,192
Other divisions	104	123	115	112	89	91
TOTAL	3708	4067	3680	3982	3169	3849



During the period 1991-2016 the percent of inhabitants connected to the public water supply is about 81%, with the least percent in central Serbia (71%), while the percent is much higher in Belgrade (92%) and in AP Vojvodina (91%) [2]. In terms of water supply infrastructure, situation is more unfavorable in central Serbia comparing with Vojvodina, as well as in small municipalities compared to the bigger ones.

At the beginning of 21<sup>st</sup> century average abstraction for water supply systems in Republic of Serbia (without AP Kosovo and Metohija) was 23 m<sup>3</sup>/s (about 730 x10<sup>6</sup> m<sup>3</sup>/year). The amount have gradually decreased, because of unfavorable demographic trends, increased rationalization in some cities, as well as decreased economic activity, so average abstraction for this purpose in 2012 was 21.6 m<sup>3</sup>/s (about 680x10<sup>6</sup> m<sup>3</sup>/year) [2]. For drinking water supply, groundwater have the bigger share both for municipality centers and small settlements. According to the data of Statistical Office of the Republic of Serbia, 68% from total abstracted waters is distributed with the following share: 71% for households, 14% for industry and 15% for other registered consumers. Big problem is network losses, which amount 32%.

By analyzing the data about water supply in Serbia during the period 2010-2015, it can be noticed that average amount distributed water for households was 658,38x10<sup>6</sup> m<sup>3</sup>/year, with groundwater participation of 459,13x10<sup>6</sup> m<sup>3</sup>/year. In 2015, the quantity of drinking water abstracted from public water supply systems increased by 2.8% compared to 2014. The number of households to which water was distributed increased in 2015 by 0.8% relative to 2014 (Table 2).

Table 2 Drinking water supply in Serbia (2010-2015)

	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Total water abstraction (10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> /year)	666,76	672,90	681,24	657,52	627,04	644,80
From groundwaters (10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> /year)	480,58	472,67	471,04	441,67	428,17	430,63
From surface waters (10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> /year)	186,17	200,23	210,20	215,85	198,87	214,17
Total distributed waters (10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> /year)	450,60	457,27	452,59	451,43	412,71	423,19
Households (10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> /year)	330,46	319,46	323,18	324,15	308,74	317,31
Other users (10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> /year)	120,14	137,81	129,40	127,27	103,97	105,87
Water losses (10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> /year)	216,16	215,63	222,86	206,08	214,33	221,61
Length of public water supply systems (km)	33,466	36,216	37,287	39,623	40,273	40,934
Connected households (%)	77	78.1	80.1	81.5	83.0	83.7

Examining of drinking water quality, Institute of Public Health of Serbia "Dr. Milan Jovanović Batut", conducts continuously physicochemical and microbiological analysis of public water supply and water facilities. Last years, number of controlled public water systems from urban settlements is approximately same, about 155, and more than 50% meets all requirements. The last data from 2015 show that 91 (58.7%) of total number urban water supply systems, is proper quality, respectively less than 5% of microbiological samples and less than 20% of physicochemical samples are improper, yearly; 15 water supply systems (9.7%) were physicochemical improper, 22 (14.2%) were microbiological improper, while 27 (17.4%) were both physicochemical and microbiological improper [1]. The most frequent indicators of physicochemical improprness were turbidity, color, increased Fe, Mn, ammonium, nitrates, nitrites and Chemical Oxygen Demand (COD<sub>KMnO4</sub>). The most frequent causes of microbiological improprness were increased number of aerobic mesophilic bacteria, and total number of coliform bacteria, as well as fecal coliform bacteria and Streptococcus.

In Serbia, 18 regional water supply systems are predicted; some of them are partially built and other are under construction. Until now, 25 accumulations have been built for inhabitants' water supply, while 6 multifunctional accumulations are also partially used for inhabitants' water supply.

### Problems in water supply

Inadequate technological and economic development, as well as underdeveloped awareness on water protection causes water quality impairment in water supply systems. Issues related to water quality could be classified in three main categories: 1) inadequate drinking water quality – presented in most parts in Vojvodina (especially in Banat and Bačka), Pomoravlje, Šumadija and small municipalities; 2) overexploitation of groundwater (especially in Vojvodina) and 3) insufficient protection of sources (present in many sources). Inadequate water quality is more present in small environments, while in water supply systems of big cities is mostly in the scope of maximum acceptable level. A significant problem in this segment is also inadequate water price, which is in some areas less than the cost of the system, and collection rate is insufficient. As one of the problem, it can be mark off illegal wells, mostly in rural and suburban areas, which are built for individual household water supply. Also, accumulations for water supply are often endangered by erosion, sediments accumulation and eutrophication.

### Conclusion

Water supply in various areas of Serbia has differences according to infrastructure, number of connected households and reliability of water supply (in terms of time, quantity and quality). Level of connected households on water supply systems is in continuous increase, due to migrations from villages to cities. Generally, water supply in Serbia could be evaluated between acceptable and good. Šumadija is endangered by insufficient of water quantity, while the most part of Vojvodina is threaten by overexploitation of groundwater. The most groundwater are abstracted from alluvium of river streams. During the dry period of year, some areas of Serbia lacks drinking water, while some municipalities have permanent problems. Future activities should include: capacity increase of sources and water supply systems and water quality improvement. Water quality in public water supply systems is satisfying, but it is necessary to improve drinking water quality in villages. According to the Chamber of Commerce and Industry of Serbia, necessary investments in the next 20 years should be 7 billion euros in sustainable water supply. Water supply, canalization and wastewater treatment are the most significant issues of municipal infrastructure with the most problems. Investments are also need in in water technological treatment in order to improve water quality.

Besides concrete measures, new legislation should contribute in realization of these activities. Water Law from 2010 defines legal water status, integrative water management, water facilities and water land management, sources and mode of financing in water sector, implementation of this law, as well as other relevant water issues. In December 2016, Government of Republic of Serbia have adopted Water Management Strategy in the Republic of Serbia until 2034, which defines long-term policy of water governance in Republic of Serbia, sustainable activities in areas of water use, water protection, water courses regulation and protection of harmful water effects.

### **List of literature**

1. Institute of Public Health of Serbia "Dr. Milan Jovanović Batut". Health Statistical Yearbook of Republic of Serbia (2015)
2. Jaroslav Černi Institute for the Development of Water Resources (2016). Water Management Strategy in the Republic of Serbia until 2034
3. Milanović, A. (2005). Water supply problems in the zone of Corridor X in Serbia (In Serbian). The First Congress of Geographers of Bosnia and Herzegovina, 22-24. September 2004, Sarajevo, Bosna and Herzegovina, Proceedings, Special edition, Geographical Society of the Bosnia and Herzegovina Federation, p. 185-196
4. Official Gazette RS 30 (2010). Water Law. Belgrade, Serbia
5. Polomčić, D., Stevanović, Z., Bajić, D., Hajdin, B., Ristić Vakanjac, V., Dokmanović, P., Milanović, S. (2012). Water supply and sustainable management of groundwater resources in Serbia. *Vodoprivreda*, 44, p.225–231.
6. Republic Agency for Spatial Planning (2010). Spatial plan for the Republic of Serbia 2010–2014–2020. Belgrade, Serbia.
7. Statistical Office of the Republic of Serbia. *Eco-Bulletin* (2010-2015)
8. United Nations (2012). *Managing Water under Uncertainty and Risk —The United Nations World Water Report 4*. Paris, France.
9. Urošev, M., Kovačević-Majkić, J., Štrbac, D., Milanović Pešić, A., Milijašević, D., Jakovljević, D., Petrović, A. (2017)., *Water of Serbia*, Chapter in monograph *Geography of Serbia*, Geographical Institute „Jovan Cvijić“ SASA (in press)

## QEYD ÜÇÜN

***Toplu “Mütərcim” Nəşriyyat-Poliqrafiya Mərkəzində  
səhifələnmiş və çap edilmişdir.***

---

Çapa imzalanıb: 24.02.2017. Format: 60x84 1/8. Qarnitur: Times.  
Həcmi: 57 ç.v. Tiraj: 300.



**TƏRCÜMƏ  
VƏ NƏŞRİYYAT-POLİQRAFIYA  
MƏRKƏZİ**

---

Az 1014, Bakı, Rəsul Rza küç., 125  
596 21 44; 497 06 25; (055) 715 63 99  
e-mail: [mutarjim@mail.ru](mailto:mutarjim@mail.ru)  
[www.mutercim.az](http://www.mutercim.az)