

Тюменский государственный архитектурно-строительный университет  
Тюменская областная Дума  
Тюменский государственный университет  
Тюменское отделение Российской муниципальной академии  
НИИ Экологии и рационального использования природных ресурсов

*Посвящается памяти  
Александра Алексеевича Большакова*

**СТРАТЕГИЧЕСКИЕ ПРОЕКТЫ ОСВОЕНИЯ ВОДНЫХ  
РЕСУРСОВ В XXI ВЕКЕ: ПРАВОВЫЕ, СОЦИАЛЬНО-  
ЭКОНОМИЧЕСКИЕ И ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ**

Сборник докладов  
Международной научно-практической конференции

Тюмень, 2013

**УДК 556**

**ББК Ч 48 + 109**

**С-83**

**С-83** Стратегические проекты освоения водных ресурсов в XXI веке: правовые, социально-экономические и экологические аспекты: Сборник докладов Международной научно-практической конференции. – Тюмень: РИО ТюмГАСУ, 2013. – 298 с.

В сборнике представлены доклады Международной научно-практической конференции «Стратегические проекты освоения водных ресурсов в XXI веке: правовые, социально-экономические и экологические аспекты» ведущих научных сотрудников, преподавателей, аспирантов и студентов вузов России, Польши, Белоруссии, Казахстана. Доклады печатаются в авторской редакции.

Предназначен для студентов вузов, аспирантов и преподавателей. Может быть использован в работе служащих органов государственной власти и местного самоуправления.

**Редакционная коллегия:**

*Сидоренко О. В., к.т.н., заведующий кафедрой водоснабжения и водоотведения ТюмГАСУ;*

*Щербаков Г. А., к.с.н., заведующий кафедрой государственного и муниципального управления и права ТюмГАСУ;*

*Гашев С. Н., д.б.н., заведующий кафедрой зоологии и эволюционной экологии животных ТюмГУ;*

*Погорелова С. Д., к.филол.н., заведующий кафедрой иностранных языков ТюмГАСУ;*

*Максимова С. В., к.т.н., доцент кафедры водоснабжения и водоотведения ТюмГАСУ;*

*Храмцов А. Б., к.и.н., доцент кафедры государственного и муниципального управления и права ТюмГАСУ (ответственный редактор).*

**УДК 556**

**ББК Ч 48 + 109**

© ФГБОУ ВПО «ТюмГАСУ», 2013

## ОГЛАВЛЕНИЕ

О Международной научно-практической конференции «Стратегические проекты освоения водных ресурсов в XXI веке: правовые, социально-экономические и экологические аспекты».....	6
<i>Абрамова А. А., Ахметшина А. Ф., Дягелев М. Ю., Исаков В. Г., Свалова М. В.</i> Оценка экологической эффективности обращения со сточными водами объекта по уничтожению химического оружия методами математической статистики.....	12
<i>Алексеевский Н. И., Евстигнеев В. М., Магрицкий Д. В., Айбулатов Д. Н.</i> Водные ресурсы рек арктических морей России и их многолетняя динамика.....	18
<i>Андрейкин В. Г.</i> Способна ли Россия к саморазвитию.....	23
<i>Аринчин С. А., Артемьев Ю. В., Тугужаков Д. Б., Шолеров В. Н.</i> Аналоговая электрическая модель истечения жидкости из бака с учетом образования воронки.....	31
<i>Баландина А. Г., Шундеева Е. В., Хангильдин Р. И., Мартяшева В. А.</i> Влияние химически загрязненных территорий на качество природных вод.....	34
<i>Баландина А. Г., Шундеева Е. В., Хангильдин Р. И., Мартяшева В. А.</i> Полупромышленная установка для очистки сточных вод с химически загрязненных территорий.....	37
<i>Беспалова К. В.</i> Разработка нормативов сброса биогенных веществ с учетом природных особенностей водохранилищ.....	40
<i>Богданова О. Г.</i> Экологическое состояние озера Курлады Челябинской области.....	44
<i>Большакова Т. В., Зотина Е. М., Кислицын К. С.</i> Выбор расчетных контуров при увязке сетей.....	48
<i>Бычков Д. А.</i> Монтаж регуляторов давления на сети водопровода г. Тюмени на основе результатов гидравлического моделирования.....	50
<i>Василевич Э. Э., Колеватова А. А., Чернуха Е. С.</i> Изучение особенностей биологической очистки нефтесодержащих сточных вод.....	56
<i>Василевич Э. Э., Лазарева С. О.</i> Сравнение систем канализования частного дома в условиях Сибири.....	58
<i>Василевич Э. Э., Лапковкий А. А., Чернуха Е. С.</i> Исследование энергопотенциала биоценозов при очистке сточных вод.....	65
<i>Венедиктов С. Ю., Кириллов А. Ф.</i> Вилройское водохранилище: состояние рыбных запасов и перспективы их хозяйственного освоения.....	68
<i>Гаевая Е. В., Захарова Е. В.</i> Содержание экотоксикантов в водоемах и рыбе в районах Тюменской области.....	72
<i>Гашев С. Н.</i> Ресурсы водоплавающих птиц Тюменской области.....	75
<i>Германова Т. В., Валиева И. Р.</i> Перспективы использования палеозойских цеолитов для очистки вод от аммонийного азота и сопутствующих катионов.....	79
<i>Górna J.</i> Использование хлорида цетилперидиния для устранения неорганических соединений фосфора в процессе мицеллярной ультрафильтрации.....	82
<i>Губина Н. А., Пинчук А. О.</i> Оптимизация работы очистных сооружений сточных вод северного поселка.....	86
<i>Гузеева С. А., Гладинова В. И.</i> Боновые заграждения как средство локализации последствий загрязнения водной поверхности разливами нефти и нефтепродуктов.....	88
<i>Dobroczyńska J. I.</i> Обнаружение кишечной палочки полианилиновыми датчиками.....	93
<i>Жданов Е. Г.</i> Использование электрофлотации при очистке сточных вод гальванических производств машиностроительного предприятия.....	97
<i>Жулин А. Г., Елизарова О. Д.</i> Влияние хлоридов в составе воды на процесс коагуляции сапропеля.....	100
<i>Загорская А. А.</i> Очистка и регулирование поверхностного стока на территории города Тюмени.....	104
<i>Землянова М. В., Вялкова Е. И.</i> Изучение влияния сверхвысокочастотного электромагнитного излучения на свойства осадков сточных вод.....	107
<i>Зенцов В. Н., Лапшакова И. В., Шайхисламов А. В.</i> Нетрадиционная концепция очистки	

сточных вод.....	111
<i>Колова А. Ф., Пазенко Т. Я., Федотова Ю. В.</i> Локальная очистка сточных вод завода по производству бутадиен-нитрильного каучука.....	116
<i>Колова А. Ф., Пазенко Т. Я., Чудинова Е. М.</i> Реагентное удаление фосфатов из сточных вод.....	119
<i>Кропчев В. В.</i> Методика инвестиционного проектирования региона на примере ЖКХ.....	123
<i>Крошилов А. Л., Васильев А. Л.</i> Разработка и испытание переносного устройства подготовки питьевой воды.....	127
<i>Кулагина Е. А.</i> Практический опыт применения программно-расчетного комплекса «ZuluHidro» в ООО «Тюмень Водоканал».....	129
<i>Курилина Т. А., Зенько Е. С.</i> Применение современного реагента для обезвреживания сточных вод, содержащих ионы $Cu^{2+}$ .....	134
<i>Курилина Т. А., Парфенова О. Н.</i> Применение реагента AMERSEP MP3 для обезвреживания медьсодержащих сточных вод.....	136
<i>Ледян Ю. П., Щербакова М. К., Бессолова Л. В.</i> Интенсификация процесса растворения порошкообразных флокулянтов.....	139
<i>Ледян Ю. П., Щербакова М. К., Бессолова Л. В.</i> Орошение поверхности минерализованной пены промывной жидкостью как эффективный метод интенсификации вторичного обогащения.....	143
<i>Ледян Ю. П., Щербакова М. К., Бовбель А. П., Бессолова Л. В.</i> Разработка высокоэффективного способа вторичного обогащения флотационного концентрата сильвинитовой руды в поверхностном слое.....	146
<i>Лукина В. В.</i> Мелиоративные работы на территории Республиканского зоопарка «Орто Дойду» в РС(Я).....	150
<i>Лышковский А. В.</i> Обработка промывных вод станции очистки поверхностных вод системы водоснабжения города Ишима.....	153
<i>Макимова С. В., Пешева А. В., Коева А. Ю., Зосуль О. И., Настенко А. О.</i> Эффективность применения коагулирующее-флокулирующих композиций для обработки промывных вод в зимний период.....	159
<i>Мартынова Е. П.</i> Регенерация иммобилизованного ила на синтетической ершовой загрузке в аэротенке.....	163
<i>Матосов Ю. Ю., Судникович В. Г.</i> Техничко-экономические аспекты применения снегоплавильных установок на различных источниках в условиях Иркутского района.....	167
<i>Мионов В. В., Иванюшин Ю. А., Юдаков А. С.</i> Возможность использования энергии сточных вод очистных сооружений канализации.....	170
<i>Мионова Е. А.</i> Перспективная технологическая схема работы метантенков на ОСК (очистных сооружениях канализации).....	174
<i>Назаров В. Д., Назаров М. В.</i> Анализ эффективности подготовки вод для системы поддержания пластового давления нефтяных месторождений.....	176
<i>Назаров В. Д., Назаров М. В., Чертес К. Л.</i> Интенсификация работы полигонов ТБО.....	181
<i>Назаров В. Д., Разумов В. Ю.</i> Переработка нефтешламов.....	183
<i>Некрасов А. В.</i> Оценка времени реагирования параметров сети водоснабжения на изменение производительности насосной станции.....	189
<i>Обжирова С. А.</i> Современные технологии очистки природных вод: проблемы и перспективы решения.....	193
<i>Орешина Е. Е., Ерофеев Е. А.</i> Программное обеспечение PIPELINE DESIGNER: теперь сделать детализовку узла так же просто, как собрать конструктор.....	195
<i>Осипова Е. Ю.</i> Основные показатели системы водоснабжения.....	197
<i>Плеханова В. В.</i> Оценка зараженности карповых рыб <i>Opisthorchis felineus</i> в водоемах города Тюмени как фактора, влияющего на здоровье населения.....	199
<i>Поспелова И. Ю., Андропова Е. О.</i> Интеллектуальные сети водоснабжения и теплоснабжения «умного дома» в Иркутской области. Рекомендации для повышения	

эффективности систем.....	202
<i>Поспелова И. Ю., Попов А. Н.</i> Исследование энергоэффективных гидравлических режимов в системах с солнечными коллекторами.....	208
<i>Пукемо М. М.</i> Современные технологии при строительстве очистных сооружений.....	212
<i>Русейкина С. И.</i> Сравнение результатов расчета расходов воды по методике, предлагаемой в СП 30.1330.2012 с ранее существующей по СНиП 2.04.01-85*.....	216
<i>Салмин С. М.</i> Улучшение работы смесителей на водопроводных очистных сооружениях...	218
<i>Свалова М. В.</i> К методике определения состава осадков сточных вод в лаборатории биотехнологий в аспекте экологической безопасности.....	221
<i>Свириденко С. П.</i> Качество воды в реке Полуй Ямало-Ненецкого автономного округа.....	227
<i>Селюков А. Г., Шуман Л. А, Маркелова М. А.</i> Характеристика ихтиофауны озер среднего Приобья в зонах интенсивной нефтедобычи.....	229
<i>Сидоренко О. В.</i> К вопросу подготовки кадров для реализации программ социально-экономического развития территорий.....	234
<i>Соловьев В. С., Елифанов А. В., Соловьева С. В.</i> Биогеохимия как фактор адаптации.....	237
<i>Сутормина Е. С., Третьяков Н. Ю., Турнаев В. А., Котова Т. П.</i> Диагностика состояния реки Тура в период зимней межени по данным элементарного и ионного состава воды.....	239
<i>Томус И. Ю., Гузеева С. А.</i> Наночистота как один из современных безопасных способов очистки воды от вредных примесей.....	242
<i>Турнаев В. А., Третьяков Н. Ю., Котова Т. П., Пухова М. С.</i> Определение бенз(а)пирена в поверхностных водах юга Тюменской области.....	245
<i>Трошкова Е. А.</i> Повышение барьерной роли очистных сооружений города Тюмени в отношении токсичных техногенных загрязнений и одорантов на предприятии ООО «Тюмень Водоканал».....	248
<i>Filyarovskaya V. A., Traczewska T. M.</i> Биоремедиация воды, загрязненной ионами ртути (II), с использованием бактерий-эпифитов плавающего папоротника <i>Salvinia natans</i> .....	250
<i>Халтурина Т. И., Хакимов Д. Ф.</i> Интенсификация процесса обезвреживания сточных вод гальванического производства.....	254
<i>Халтурина Т. И., Бобрик А. Г.</i> Обезвреживание хромсодержащих сточных вод.....	257
<i>Халтурина Т. И., Чурбакова О. В., Уарова А. Н.</i> Обработка осадков сточных вод металлообрабатывающих предприятий.....	260
<i>Халтурина Т. И., Колдырев Е. В.</i> Очистка сточных вод от ионов шестивалентного хрома... 264	264
<i>Храмцов А. Б.</i> Тюменские власти в деле организации водоснабжения города (1862-1919 годы).....	266
<i>Хусаинов А. Т., Скипин Л. И., Софронова Л. И.</i> Загрязнение поверхностных вод хвостохранилищем ураноперерабатывающего предприятия в северном Казахстане.....	276
<i>Чередникова О. С.</i> Очистка сточных вод коттеджного поселка с глубоким удалением от азота и фосфора.....	281
<i>Шайхадинов А. А., Тугужаков Д. Б., Свитнева Л. М.</i> Реализация бестраншейного ремонта трубопроводов с поворотами.....	285
<i>Щербаков Г. А.</i> Проблемы водных ресурсов в контексте климатических изменений.....	288
<i>Резолюция</i> Международной научно-практической конференции «Стратегические проекты освоения водных ресурсов в XXI веке: правовые, социально-экономические и экологические аспекты».....	295

О Международной научно-практической конференции  
**«Стратегические проекты освоения водных ресурсов в XXI веке:  
правовые, социально-экономические и экологические аспекты»**

В мире назревает водный кризис. В обозримом будущем обыкновенная пресная вода может стать одним из самых востребованных и дорогих сырьевых ресурсов. Отдельные страны приступили к решению этой проблемы. Так, например, в Китае заканчиваются работы по переброске части стока реки Янцзы в северные маловодные районы. Одновременно завершается строительство канала, длиной более 300 км из Черного Иртыша, который является главным истоком сибирской реки Иртыш. Имеют свои национальные водные проекты США, Индия и ряд других стран. В условиях мирового водного дефицита Россия обязана сформировать собственную стратегию в этой сфере, стимулировать разработку и реализацию гидротехнических, мелиоративных проектов в регионах.

Тюменский государственный архитектурно-строительный университет в лице кафедры водоснабжения и водоотведения и кафедры государственного и муниципального управления и права, а также совместно с партнерами университета – Тюменской областной Думой, Тюменским государственным университетом, Тюменским региональным отделением Российской муниципальной академии, НИИ Экологии и рационального использования природных ресурсов – концентрируют внимание государства и общества на решении данной злободневной проблематики.

22 марта 2013 года в конференц-зале ТюмГАСУ состоялась XVII Международная научно-практическая конференция «Стратегические проекты освоения водных ресурсов в XXI веке: правовые, социально-экономические и экологические аспекты», в ходе которой были обсуждены доклады участников по широкому спектру вопросов:

1. Водные ресурсы Сибири и Арктики в контексте стратегемы «Человек и Север»;
2. Эффективное использование водных ресурсов и их защита от загрязнения – вызов современности;
3. Роль водных ресурсов в обеспечении качества жизни населения;
4. Глобальные и региональные проекты и их влияние на развитие человеческого капитала, безопасность северных территорий России;
5. Актуальные проблемы экологии и ресурсосбережения в аспекте глобального изменения климата планеты;
6. Актуальные проблемы проектирования, строительства и эксплуатации систем водоснабжения и водоотведения;
7. Новые технологии и системы очистки природных и сточных вод;
8. Проблемы эффективности, открытости и ответственности законодательной и исполнительной ветвей власти за стратегическое развитие территорий;

9. Роль и место муниципальных образований в контексте реализации масштабных проектов освоения водных ресурсов и строительства гидротехнических сооружений.

В конференции приняло участие более 100 человек. На пленарном заседании участники заслушали и обсудили пять докладов известных ученых и практиков. Для выступления на секциях в очно/заочной форме записалось 72 участника, в том числе, зарубежные, из Польши, Белоруссии и Казахстана. Тем самым конференция подтвердила статус международной. Конференция показала достаточно высокий научный уровень: 21 доктор наук и 36 кандидатов наук. Широко представлена и география нашей страны – от Москвы до Якутии.

В обсуждении ключевых вопросов заявленной проблематики приняли участие депутаты Тюменской областной Думы и города Тюмени. Большой интерес к этому мероприятию проявило и бизнес-сообщество: руководители крупных предприятий отрасли и природоохранных структур, среди них: ООО «Тюмень Водоканал», ООО «ТСТ», ООО «Тюменьводпромпроект», ООО «Тюменьгидрострой», ООО «Сибводразработка», ООО «Эко-ресурс» и др.

Конференция освещалась средствами массовой информации: телекомпания «Евразия», журнал «Сибирское богатство», газеты: «Тюменский курьер», «Тюменские известия», «Тюменская область сегодня» и «Квартирный вопрос», информагентство «Тюменская линия», интернет-портал «Наш город».

По завершении конференции была принята резолюция, которая дает оценку сложившейся ситуации по освоению водных ресурсов Сибири в XXI веке и констатирует, что стало насущным возобновление ранее незаслуженно отверженных проектов, с учетом новых условий рыночной экономики, опираясь на проработки, исследования и изыскания, выполненные в рамках прежних концептуальных проектов. Время, когда нефть является жизнеопределяющим фактором пройдет, и Россия обязана стать мировым лидером в решении водных проблем.

Tyumen State University of Architecture and Civil Engineering  
Tyumen Regional Duma  
Tyumen State University  
Tyumen Department for Russian Municipal Academy  
Research Institute for Ecology and Harmonious Exploitation of Natural Resources

*In memory of  
Alexander Alexeyevich Bolshakov*

**STRATEGIC PROJECTS FOR WATER RESOURCES  
EXPLOITATION IN THE XXI CENTURY: LEGAL, SOCIAL,  
ECONOMIC AND ECOLOGICAL ASPECTS**

International Scientific Conference  
Collection of Papers

Tyumen, 2013

**УДК 556**

**ББК Ч 48 + 109**

**C-83**

**C-83** Strategic projects for water resources exploitation in the XXI century: legal, social, economic and ecological aspects: International Scientific Conference Papers. – Tyumen: RIO TSUACE, 2013. – 298 s.

The book contains papers presented at the International Scientific Conference «Strategic projects for water resources exploitation in the XXI century: legal, social, economic and ecological aspects». The authors are leading scientists, professors, postgraduates and graduates from educational institutions of Russia, Poland, Belarus, Kazakhstan. The papers are printed in authors' proof.

The book is intended for undergraduates, postgraduates, professors and people involved in urban management.

**Editorial board:**

*Sidorenko O. V., PhD (Engineering), Head of Water Supply and Sewerage Department, TSUACE;*

*Shcherbakov G. A., PhD (Sociology), Head of State and Municipal Management and Law Department, TSUACE;*

*Gashev S. N., Doctor of Biological Sciences, Head of Zoology and Zoon Evolution Ecology, Tyumen State University;*

*Pogorelova S. D., PhD (Philology), Head of Foreign Languages Department, TSUACE;*

*Maximova S. V., PhD (Engineering), Associate Professor, Water Supply and Sewerage Department, TSUACE;*

*Khramtsov A. B., PhD (History), Associate Professor, State and Municipal Management and Law Department, TSUACE (Editor-in-chief)*

**УДК 556**  
**ББК Ч 48 + 109**  
© TSUACE, 2013

About the International Scientific Conference  
**«Strategic projects for water resources exploitation in the XXI century: legal, social, economic and ecological aspects»**

Water crisis is reaching its peak worldwide. In the nearest future fresh water will probably be one of the most needed and expensive resources. Some countries have started problem solving. China is finishing works on transferring a flow of Chang Jiang into the Northern shallow flows. At the same time, we are completing the canal over 300 km in length from the Black Irtysh, the river head of Irtysh. In the USA, India and some other countries there are national water projects. In this deficit of water Russia must work out its own strategy, develop and realize hydrotechnical and land reclamation projects in the regions.

Water Supply and Sewerage Department, State and Municipal Management and Law Department of Tyumen State University of Architecture and Civil Engineering together with the University partners – Tyumen Regional Duma, Tyumen State University, Tyumen Regional Department for Russian Municipal Academy and Research Institute for Ecology and Harmonious Exploitation of Natural Resources – draw the state authorities' attention to solving this topical range of problems.

XVII International Scientific Conference «Strategic projects for water resources exploitation in the XXI century: legal, social, economic and ecological aspects» was held on March, 22, 2013 in the University conference hall. A wide range of problems were discussed:

1. Water resources of Siberia and the Arctic in the context of the strategic model «Man and the North»;
2. Effective use of water resources and their contamination protection as an up-to-date challenge;
3. Influence of water resources on quality of life;
4. Global and regional projects and their influence on human capital development, safety of Russian North;
5. Ecological and resource-saving challenges as aspects of global warming;
6. Designing, building and maintaining water supply and sewerage networks;
7. New technologies and purification systems for natural and waste water;
8. Efficiency, transparency and responsibility of legislative and executive branches of power in master planning;
9. Role of municipalities in realization of colossal projects for water resources development and hydraulic structures building.

Over 100 people participated in the Conference. Five well-known scientists and practitioners made reports at the Conference plenary. 72 participants made oral/distant reports at the Conference workshops including international speakers from Poland, Belarus and Kazakhstan. Thus, the Conference became the international one. The Conference revealed the high scientific level: 21 Doctors and 36 PhDs from every part of our country (Moscow – Yakutia).

Deputies of Tyumen Regional Duma took part in discussions. Businesses showed great interest to the Conference: LLC «Tyumen Vodokanal», LLC «TCT»,

LLC «Tyumenvodpromproject», LLC «Tyumenhydrostroy», LLC «Sibvodrazrabotka», LLC «Eco-resource», etc.

The Conference was covered in mass media: television company «Eurasia», journal «Siberian wealth», newspapers: «Tyumen courier», «Tyumen news», «Tyumen region today» and «Housing problem», agency «Tyumen line», internet-portal «Our city».

On completion of the conference the resolution was adopted. In it the assessment to water resources development in Siberia in the XXI century is given. It is stated that renewal of the wrongly rejected projects has become urgent taking into account market economy realities, studies, investigations and research made in the framework of the former conceptual projects. The time when oil is a determining factor is going to be over, and thus, Russia is bound to become the world leader in problem-solving concerning water resources.

## ДОКЛАДЫ УЧАСТНИКОВ КОНФЕРЕНЦИИ

### ОЦЕНКА ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ОБРАЩЕНИЯ СО СТОЧНЫМИ ВОДАМИ ОБЪЕКТА ПО УНИЧТОЖЕНИЮ ХИМИЧЕСКОГО ОРУЖИЯ МЕТОДАМИ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ СТАТИСТИКИ

*Абрамова А. А., зам. начальника отдела АУ Управления Минприроды Удмуртии; Ахметшина А. Ф., студент; Дягелев М. Ю., аспирант; Исаков В. Г., д.т.н., профессор; Свалова М. В., к.т.н., доцент, Ижевский государственный технический университет им. М. Т. Калашникова, г. Ижевск*

*Аннотация. В рамках Конвенции о Трансграничном Загрязнении Воздуха на Большие Расстояния проводится разработка научно-методических основ создания системы обращения с жидкими отходами производства по уничтожению химического оружия для повышения качества принимаемых решений в области экологической безопасности процесса. Проведена количественная оценка методом системного анализа факторов, оказывающих влияние на эффективность обращения со сточными водами на примере трех объектов по уничтожению химического оружия.*

### ECOLOGICAL EFFICIENCY ASSESSMENT IN WASTEWATER TREATMENT ON OBJECTS FOR CHEMICAL WEAPON DESTRUCTION BY MEANS OF MATHEMATICAL STATISTICS

*Abramova A. A., Deputy Chief of Udmurtian Department for Ministry of Nature; Ahmetshina A.F., undergraduate; Dyagelev M. Yu., postgraduate; Isakov V. G., Doctor of Technics, Professor; Svalova M. V., PhD (Technical Sciences), Associate professor, Kalashnikov Izhevsk State Technical University, Izhevsk*

*Abstract. In the framework of Convention on Transboundary Wide Apart Air Pollution conducted are developments of methodological fundamentals for wastewater treatment system on objects for chemical weapon destruction to raise ecological safety when decisions are made. Conducted is quantitative assessment by system-analysis technique for factors influencing wastewater treatment efficiency by example of three objects for chemical weapon destruction.*

Особенностью предприятий по уничтожению высокотоксичных веществ, является образование сложных по составу и значительных по объему сточных вод и реакционных масс, которые все вместе именуются жидкими отходами предприятия. Под эффективностью обращения на предприятии понимается выполнение требований безопасности, соответствие проектного режима работы оборудования реальному и необходимость дополнительных мер по повышению качества переработки сточных вод, отсутствие негативного влияния на окружающую среду. Актуальность экологической проблемы с её недостаточной

теоретической и практической изученностью predeterminedила выбор темы исследования. Необходимость и целесообразность проведения исследований обусловлена возрастающим риском разрастания зон экологического бедствия, связанных с системами обращения с жидкими отходами производства по уничтожению химического оружия с целью повышения качества принимаемых решений в области экологической безопасности процесса.

Одной из важнейших задач при уничтожении химического оружия является обеспечение экологической безопасности процесса и эффективное обращение с отходами производства. Особенностью предприятий по уничтожению химического оружия (высокотоксичных веществ), является образование сложных по составу и значительных по объему сточных вод.

В рамках Конвенции о Трансграничном Загрязнении Воздуха на Большие Расстояния работает целевая группа в составе рабочей группы по стратегиям и обзорам при опорном пункте СЗНИИМЭСХ. Неформальная сеть экспертов обменивается информацией, производит оценку и проводит опросы для подготовки программ и проектов по экологическим тематикам в рамках Конвенции. Наша рабочая группа ведет исследования по теме «Разработка научно-методических основ создания системы обращения с жидкими отходами производства по уничтожению химического оружия для повышения качества принимаемых решений в области экологической безопасности процесса». Исследования проводятся в рамках государственного заказа № ГЗ/ИВГ-2012 Министерства образования и науки РФ. В рамках договора разрабатывается экспертная система и способы усовершенствования существующих систем экологического контроля и мониторинга за сточными и поверхностными водами, которые могут применяться на всех объектах по уничтожению химического оружия, а также на других химически опасных объектах и АЭС. В рамках НИР ведется построение моделей процесса уничтожения высокотоксичных веществ и алгоритмов принятия решений, как части экспертной системы, учитывающей всю совокупность факторов, влияющих на эффективность обращения с жидкими отходами на объектах уничтожения химического оружия. Одной из задач рабочей группы проведение количественной оценки методом системного анализа факторов, оказывающих влияние на эффективность обращения со сточными водами на примере 3-х объектов по уничтожению химического оружия (УХО). С помощью метода анализа иерархий были систематизированы качественные показатели работы объектов УХО: состав отравляющих веществ (ОВ), финансирование объекта, квалификации обслуживающего персонала, соблюдение установленных экологических нормативов. Все эти факторы были разделены на 4 группы, которые представлены на *рисунке 1*.

В качестве альтернатив были рассмотрены 3 объекта по УХО, на каждом из которых в процессе деятельности образуются сточные воды: А – объект по УХО в г. Камбарка Удмуртской Республики, Б – строящийся объект по УХО в п. Кизнер Удмуртской Республики, рассматривается в данном случае с учетом технологических решений, принятых на стадии проектирования; В – объект по сжиганию высокотоксичных химических веществ в г. Мюнстер (Германия):

1. Объект А – принятая технология уничтожения высокотоксичных веществ – нейтрализация 20%-ым р-ром NaOH с последующим выпариванием реакционных масс; температура в реакторе – 75<sup>0</sup>С; общее количество уничтоженного ОБ – 6349 тонн; количество ступеней очистки сточных вод - 3; используемый окислитель Н<sub>2</sub>О<sub>2</sub>; количество наработанных и переработанных реакционных масс – 40 тыс. тонн; состояние очистных сооружений – хорошее; комплектация лабораторного комплекса по анализу сточных вод – полная; расстояние до водного объекта – 3 км; нормативно-допустимый сброс сточных вод – установлен; квалификация обслуживающего персонала – высокая, численность сотрудников объекта – 900 человек;

2. Объект Б – принятая технология уничтожения высокотоксичных веществ – детоксикация моноэтаноламином (при уничтожении зарина, зомана) и рецептура РД-4М (при уничтожении VX) с последующей битумизацией реакционных масс; общее количество подлежащего уничтожению ОБ – 5745 тонн; температура в реакторе – 45-70<sup>0</sup>С; количество ступеней очистки сточных вод – 3; используемый окислитель KMnO<sub>4</sub> состояние очистных сооружений – неудовлетворительное (планируется полная их реконструкция); расстояние до водного объекта – 2 км; нормативно-допустимый сброс сточных вод – не установлен; ожидаемая численность сотрудников объекта – 1200 человек;

3. Объект В – применяется технология сжигания высокотоксичных веществ; объем образования сточных вод значителен в силу того, что вода используется для улавливания мышьякосодержащих ЗВ в газах; количество ступеней очистки сточных вод – 2; используемый окислитель KMnO<sub>4</sub>; состояние очистных сооружений – хорошее; комплектация лабораторного комплекса по анализу сточных вод – полная; расстояние до водного объекта – 1 км; экологические нормативы – менее жесткие по сравнению с российскими; квалификация обслуживающего персонала – высокая, численность сотрудников объекта – около 30 человек [1, с. 217].

Для выбора оптимального варианта одной из представленных альтернатив, согласно теории метода анализа иерархий, были вычислены значения глобальных приоритетов (см.: табл. 1).

Таблица 1

*Определение глобальных приоритетов по каждой альтернативе.*

	Технологич. фактор (0,12)	Экологич. фактор (0,24)	Экономич. фактор (0,56)	Человеч. фактор (0,08)	Обобщенные или глобальные приоритеты
А	0,67	0,46	0,35	0,35	0,414
Б	0,13	0,09	0,11	0,12	0,108
В	0,21	0,46	0,54	0,52	0,479

На примере работы объектов по УХО в г. Камбарка, п. Кизнер и в г. Мюнстер (Германия) применение метода анализа иерархий показало, что обращение со сточными водами на объектах УХО в г. Камбарка и в г. Мунстер характеризуется одинаковой достаточно высокой эффективностью (разница в глобальных приоритетах в пределах 10% незначительна). При этом на объекте г. Камбарка это обусловлено высокой значимостью преимущественно

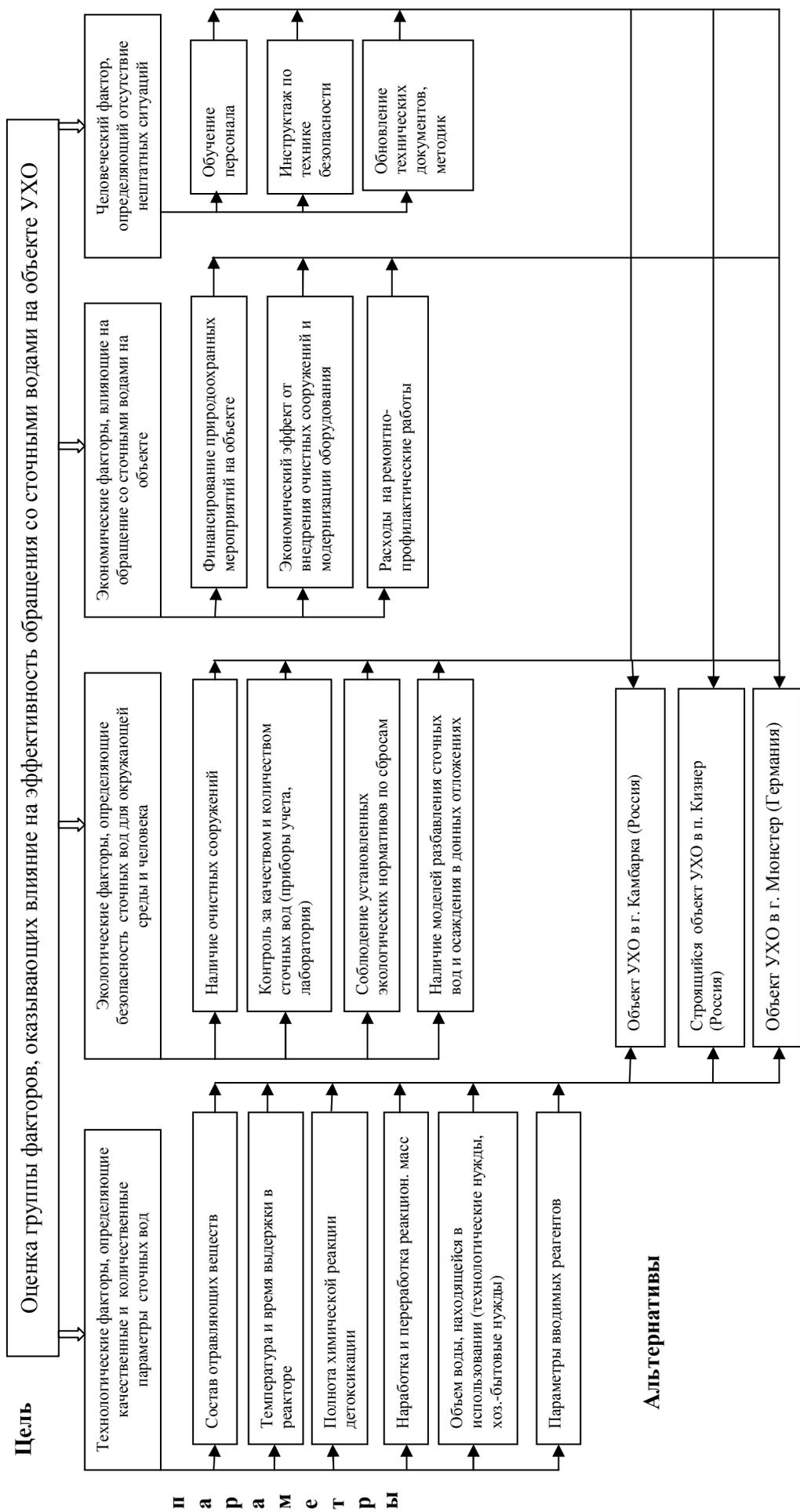


Рис. 1. Оценка факторов, оказывающих влияние на эффективность обращения со сточными водами на объектах УХО.

технологического (химический способ уничтожения ОВ вместо сжигания) и экологического факторов (более жесткие требования к качеству сточных вод), на объекте УХО в г. Мюнстер – экономического (не испытывает недостатка финансирования) и человеческого факторов. Строящийся в п. Кизнере объект по УХО получит высокую оценку факторов в случае стабильного финансирования строительства, реконструкции очистных сооружений и полной реализации проектом мер по обращению со сточными водами.

Количество факторов, влияющих на процесс образования жидких отходов, велико. Проконтролировать все их невозможно. В работе [2, с. 136] разобраны с помощью инструментов управления качеством (причинно-следственной диаграммы Исикавы, диаграммы Парето, ABC-анализа) факторы, которые оказывают наибольшее влияние на эффективность обращения с жидкими отходами: 1. технология уничтожения отравляющих веществ; 2. выбор организации, персонала; 3. экономические ресурсы; 4. особенности работы оборудования; 5. организация производства; 6. требования к объему, качеству и составу материалов, используемых при уничтожении отравляющих веществ; 7. обеспеченность экологической безопасности на предприятии; 8. выполнение требований к методам измерения на предприятии.

Проведены исследования и получены результаты в ходе ранжирования методом экспертных оценок, представленные в *таблице 2*, где отражены следующие показатели в порядке убывания важности фактора: технология – 18,8%; экологическая безопасность – 14,7%; организация производства – 13,4%; материалы – 12,09%; экономические ресурсы – 11,93 %; выбор организации, персонала – 11,76%; оборудование – 9,97%; методы измерения – 7,35%.

*Таблица 2*

*Результаты опроса экспертов.*

Фактор	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Технология	8	8	8	8	5	2	3	6	7	7	7	8	8	7	7	8	8
Персонал	4	7	2	6	1	3	5	3	6	4	6	2	2	3	8	5	5
Экономика	2	1	7	5	8	1	8	8	5	3	2	3	3	6	6	3	2
Работа оборудования	3	2	5	4	2	6	1	1	4	6	4	5	5	5	3	2	3
Организация производства	7	5	1	3	4	4	7	7	2	2	8	7	7	4	4	6	4
Материалы	6	4	6	2	3	5	2	2	8	8	3	4	4	8	2	1	6
Экологическая безопасность	5	6	3	7	7	8	6	5	3	5	5	6	6	2	5	4	7
Методы измерения	1	3	4	1	6	7	4	4	1	1	1	1	1	1	1	7	1

Однако для определения достоверности результатов опроса необходимо проверить нормальность распределения результатов опроса для возможности утверждать, что данное распределение значимости факторов в эффективном обращении с жидкими отходами будет соответствовать для предприятий по уничтожению химического оружия. Статистическая обработка результатов опроса экспертов была проведена методами математической статистики [3, с. 346] и полученные данные обработки представлены в *таблице 3*.

Сводная таблица результатов статистической обработки.

Фактор	Математическое ожидание, M[B]	Дисперсия, D	Среднее квадратичное отклонение, d	Доверительный интервал
Технология	6,76	3,12	1,77	5,86<x>7,66
Персонал	4,24	3,71	1,93	3,25<x>5,22
Экономика	4,29	5,85	2,42	3,06<x>5,53
Работа оборудования	3,59	2,48	1,57	2,79<x>4,39
Организация производства	4,82	4,26	2,06	3,77<x>5,88
Материалы	4,35	5,05	2,25	3,21<x>5,5
Экологическая безопасность	5,29	2,44	1,56	4,50<x>6,09
Методы измерения	2,65	4,82	2,19	1,53<x>3,76

Доверительный интервал был рассчитан с доверительной вероятностью  $\beta=0,95$  для оценки математического ожидания генеральной совокупности в предположении, что среднее квадратичное отклонение генеральной совокупности  $\sigma$  равно исправленному выборочному среднему  $s$ . По полученным данным была проведена проверка нормального распределения экспертных оценок с помощью метода  $\chi$ -квадрат (рис. 2 и 3). Отклонение от нормального распределения считается существенным при значении  $p < 0,05$ .

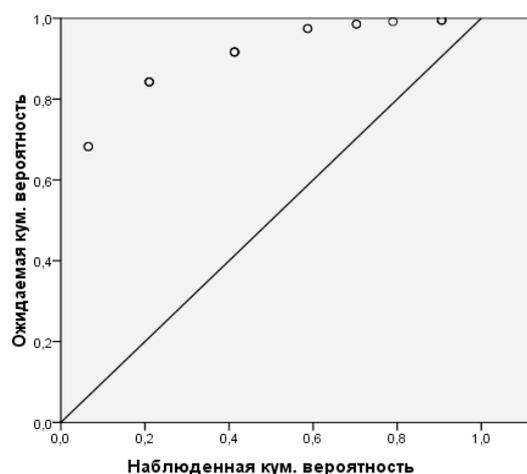


Рис. 2. Нормальность распределения экспертных оценок.

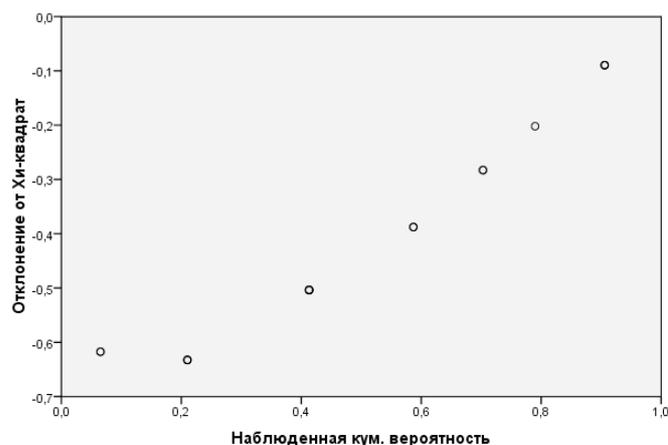


Рис. 3. Сходимость результатов распределения экспертных оценок.

Результаты проведенной работы могут быть использованы в дальнейшем при разработке научно-методических основ создания системы обращения со сточными водами объектов по УХО для повышения качества принимаемых решений в области экологической безопасности.

**Выводы:** Нами проведена оценка нормальности распределения баллов присваиваемых экспертами при оценке значимости факторов, влияющих на эффективность обращения с жидкими отходами на объектах уничтожения химического оружия. Данные были проверены на распределение  $\chi$ -квадрат, результаты проверки показали, что по всем факторам, кроме фактора «Методы

измерения» вероятность ошибки является не значимой; поэтому значения переменной достаточно хорошо подчиняются нормальному распределению. Эффективность обращения со сточными водами в процессе уничтожения высокотоксичных веществ (на примере уничтожения химического оружия) определяется 4 группами основных факторов, которые включают широкий перечень показателей, начиная от состава отравляющих веществ, финансирования объекта, квалификации обслуживающего персонала и заканчивая соблюдением установленных экологических нормативов. Оценка этих факторов при обращении со сточными водами на объектах УХО методом анализа иерархий показала, что возможна количественная оценка этого процесса, которая делает применение данного подхода полезным для выявления «слабых» мест в технологии и организации, что необходимо учитывать на стадии проектирования объекта. Применение данного метода показало, что обращение со сточными водами на объектах УХО в г. Камбарка и в г. Мюнстер характеризуется одинаковой и достаточно высокой эффективностью. При этом на объекте г. Камбарка это обусловлено высокой значимостью преимущественно технологического и экологического факторов, на объекте УХО в г. Мюнстер – экономического и человеческого факторов. Строящийся в п. Кизнере объект по УХО получит высокую оценку факторов в случае стабильного финансирования строительства, реконструкции очистных сооружений и полной реализации предусмотренных проектом мер по обращению со сточными водами.

#### ***Примечание***

1. Абрамова, А. А., Дягелев, М. Ю., Исаков, В. Г., Свалова, М. В., Непогодин, А. М. Опыт применения метода анализа иерархий в оценке эффективности обращения со сточными водами объектов по уничтожению химического оружия // Яковлевские чтения: Сб. докл. научн.-практ. конф. – М.: МГСУ, 2012. – С. 217-222.

2. Абрамова, А. А., Дягелев, М. Ю., Исаков, В. Г., Свалова, М. В. Анализ факторов эффективности обращения с промышленными сточными водами объекта уничтожения химического оружия // Интеллектуальные системы в производстве. – Ижевск: ИжГТУ, 2012. – № 2. – С. 136-140.

3. Кремер, Н. Ш. Теория вероятностей и математическая статистика: Учебник. 2 изд. – М.: Юнити-Дана, 2004. – 573 с.

## **ВОДНЫЕ РЕСУРСЫ РЕК АРКТИЧЕСКИХ МОРЕЙ РОССИИ И ИХ МНОГОЛЕТНЯЯ ДИНАМИКА\***

*Алексеевский Н. И., Евстигнеев В. М., Магрицкий Д. В., Айбулатов Д. Н.,  
Московский государственный университет им. М. В. Ломоносова, г. Москва*

*Аннотация. Рассмотрено влияние речных факторов на геоэкологическое состояние территории водосборного бассейна арктических морей России.*

---

\* Исследование выполнено по договору №№ 43.016.11.1628 и 11.G34.31.0007 с Министерством образования и науки РФ, а также в рамках гранта РГО № 33/08/2011.

*Приведены результаты исследования изменения гидроклиматических условий формирования стока воды и их влияние на нарушение геоэкологической безопасности арктического региона страны.*

## **WATER RESOURCES OF RUSSIA'S ARCTIC STREAMS AND THEIR LONG-TERM DYNAMICS**

*Alexeevsky N. I., Evstigneev V. M., Magritsky D. V., Aibulatov D. N., Lomonosov Moscow State University Moscow*

*Abstract. The paper discusses the influence of streams upon geoecological state of drained basins of Russia's arctic seas. Given are the results of research on hydroclimatic conditions change in water flow formation and the disbalance in geoecological safety of the arctic region.*

Влияние речных факторов на геоэкологическое состояние обширной территории водосборного бассейна арктических морей России и, в частности, арктического побережья весьма разнообразно. Оно тесно связано с величиной составляющих речного стока и их изменчивостью. Максимальное воздействие на безопасность населения и хозяйства оказывает при этом сток воды, поскольку он определяет перемещение и формирование всех других вещественных потоков в речных системах, величину энергии, экстремальные состояния режима рек и их устьев. Одновременно речные воды относятся к ежегодно возобновляемым, наиболее доступным и поэтому наиболее ценным для населения и хозяйства водным ресурсам.

Происходящие и будущие изменения гидроклиматических условий формирования стока воды – причина нарушений геоэкологической безопасности арктического региона страны. В первую очередь, они будут связаны с климатически обусловленными и антропогенными изменениями водности рек и их водного режима.

Сток рек, впадающих в арктические моря России (Баренцево, Белое, Карское, Лаптевых, Восточно-Сибирское и Чукотское), формируется на территории площадью 13,286 млн. км<sup>2</sup>. На долю Российской Федерации приходится 12,064 км<sup>2</sup> (90,8%), что составляет 70,7% всей площади страны. Основная часть водосборного бассейна приходится на водосборы морей Карского и Лаптевых, относящиеся в основном к бассейнам трех крупнейших рек страны – Оби, Енисея и Лены. Существенно меньшую площадь занимают водосборные бассейны Чукотского моря и западной части Баренцева моря.

На этой территории более 1,6 млн. малых, средних и больших рек [3, 4]. Лишь небольшая их часть впадает непосредственно в арктические моря. Их условно можно подразделить на реки малые (с площадью водосбора менее 2 тыс. км<sup>2</sup>), средние (от 2 до 50), большие (50-200), очень большие (200-1000) и крупнейшие (более 1 млн. км<sup>2</sup>). Крупнейшие реки региона (и страны) – это Обь, Енисей и Лена. Очень большие реки региона – Северная Двина, Печора, Хатанга, Оленек, Яна, Индигирка и Колыма. К большим рекам относится

Онега, Мезень, Надым, Пур, Таз, Пяси́на, Нижняя Таймыра, Анабар и Алазея. Средними водотоками, непосредственно впадающими в моря Северного Ледовитого океана (СЛО), является около 110 рек.

С российской части водосбора в СЛО ежегодно поступает приблизительно  $2900 \text{ км}^3$  воды (с коэффициентом вариации 0,05) или 55% суммарного притока в океан [2, 3]. Распределение стока по длине арктического побережья характеризуется большой неоднородностью. Для его количественной оценки используются стандартные классические и оригинальные методы, основанные на использовании данных о структуре рек [1]. Около 54,4% водных ресурсов приходится на сток трех крупнейших рек страны – Енисея (630), Лены (540) и Оби ( $408 \text{ км}^3/\text{год}$ ), 29,2% – еще на 16 больших рек, и 16,4% – приблизительно на 1500 средних и малых рек.

Водохозяйственное значение и экологическая роль рек, опасные гидрологические процессы изменяются во времени в соответствии в первую очередь с особенностями внутригодового распределения стока воды. Оно для арктических рек крайне неравномерно. Контраст распределения усиливается с запада на восток с изменением климатических, орографических и других особенностей территории. Основной приток воды в моря формируется в период таяния снежного покрова (весной и летом) при участии для некоторых рек талых вод высокогорных снежников, ледников и наледей.

Не меньшее значение для населения, экономики и природы региона имеют многолетние и порой неблагоприятные (для водохозяйственного комплекса и природы региона) изменения водности и водного режима рек. Главной закономерностью многолетних колебаний стока большинства арктических рек в последние 30-35 лет стало увеличение их водности с 1980-х годов. Оно связано с изменением региональных и глобальных климатических условий. Водность Северной Двины, Печоры, Енисея, больших рек водосбора моря Лаптевых и западной части водосбора Восточно-Сибирского моря, включая р. Индигирка, в 1976–2006 гг. увеличилась на 3–13% (по сравнению с 1936–1975 гг.). Увеличение годового стока хорошо выражено у Енисея (с конца 1960-х годов) и рр. Хатанга, Анабар и Оленек (с середины 1980-х годов). Если принять во внимание значительные объемы изъятия речных вод в бассейне Енисея на заполнение каскада крупных водохранилищ в 1950–1970-е годы, начало увеличения стока рр. Енисей, Хатанга, Анабар и Оленек совпадает. У Енисея интенсивное увеличение стока продолжилось и в первом десятилетии XXI в. Тенденция к увеличению стока рек в западной части Карского моря (Обь, Пур, Таз), а также Колымы проявилась лишь с середины – второй половины 1990-х гг.

Многолетние изменения годового стока воды арктических рек сопровождалось изменением внутригодового распределения и сезонных величин стока. В низовье и устье рр. Северная Двина, Печора, Оленек и Лена увеличение годового стока воды обусловлено возрастанием стока почти во все сезоны года. Для Оби, Пура, Таза, Яны и Индигирки объем стока весенне-летнего половодья возрос на 1,5–3%. Водность летне-осеннего периода увеличилась для Яны и Индигирки (на 20–25%) и в меньшей степени (2,5%) –

для Колымы. Этому способствовали не только возросшие осадки, но и более интенсивное таяние наледей, ледников, снежников и погребенных льдов. Почти у всех рек (исключение – Яна и Индигирка) динамика зимнего стока положительная. Для Северной Двины, Печоры и Оби увеличение зимнего стока колебалось от 6,5 до 14,7%. Максимальный прирост зимнего стока оказался характерен для Енисея (68%), Лены (37%) и Колымы (136%). Кроме естественных причин, на увеличение водности Оби, Енисея, Лены и Колымы в зимний период влияло регулирующее воздействие крупных водохранилищ, находящихся в речной сети их бассейнов.

Климатически обусловленные изменения водных ресурсов и водного режима арктических рек в XXI в., вероятно, продолжится вследствие глобального и регионального потепления. Согласно имеющимся прогнозам [2, 3, 6], в XXI в. на севере европейской части России и в Сибири ожидается увеличение годового стока рек. Интенсивность многолетнего возрастания возобновляемых водных ресурсов будет увеличиваться в северном и северо-восточном направлениях – к северным и северо-восточным районам Сибири, а также у рек с большей долей площади бассейна в высоких широтах. К концу первой четверти XXI в. относительное увеличение стока составит меньше 8-11% (по сравнению с величиной стока в 1961–1990 гг.). Наибольшее увеличение возобновляемых ресурсов будет характерно для низовий Оби (до 20-30 км<sup>3</sup>/год), Енисея (40-50 км<sup>3</sup>/год) и Лены (30-60 км<sup>3</sup>/год). К середине XXI в. относительное увеличение водных ресурсов рр. Северная Двина, Печора, Обь, Енисей и Лена может составить от 4-14% и больше. Для рек северного склона Восточно-Европейской равнины, а также для Оби прогнозы в отношении будущего водного стока неоднозначны. Во внутригодовом распределении стока рек будет возрастать роль зимнего стока. Прогнозируемое увеличение среднего стока арктических рек приведет к аналогичному изменению максимального стока, повышению вероятности формирования очень больших расходов воды в весенне-летний период. Это способно создать угрозы для безопасности населения, социальных и производственных объектов.

Многолетние изменения водности и водного режима ряда рек обусловлены не только климатическими изменениями, но и крупномасштабной водохозяйственной деятельностью – регулированием стока рек крупными и крупнейшими в стране и мире водохранилищами, а также водопотреблением [3, 5]. Увеличение водности зимней межени на Оби, Енисее, Лене и Колыме связано с искусственным регулированием стока этих рек и их крупных притоков. Эксплуатация крупных водохранилищ стала важным фактором уменьшения водности Енисея и Колымы в весенне-летний и осенний сезоны года. На годовой сток рек создание водохранилищ повлияло незначительно (исключение – периоды их активного заполнения).

Масштабы водопотребления в бассейнах арктических рек относительно малы. Многие из них не испытывают влияния со стороны этого фактора. Влияние водопотребления заметно для ряда рек Кольского полуострова и Карелии, южных районов бассейнов Енисея и Оби. Потребление воды и отведение сточных вод достигло наибольших значений во второй половине

1970-х и в 1980-х годов. Тем не менее, даже в бассейнах наиболее освоенных в хозяйственном отношении рр. Северная Двина, Обь и Енисей в эти годы изымалось соответственно 1,2; 15,7 и 5,12 км<sup>3</sup>/год воды (или 1,1; 3,9 и 0,8 % их среднемноголетней величины стока). Из рек Мурманской области изымалось 2,3 км<sup>3</sup>/год (или 4,4% их стока).

Большая часть изъятая вода после использования возвращалась в реки. Лишь для ряда рек на юге Обь-Иртышского бассейна и в Уральском экономическом районе уменьшение стока воды под влиянием хозяйственной деятельности достигло предельных значений, соответствующих возникновению дефицита пресных вод. В 1990-х гг. антропогенное влияние на возобновляемые водные ресурсы региона значительно сократилось. В 2005-2009 гг. наибольший забор воды оказался характерен для Мурманской области (1,84 км<sup>3</sup>/год) и Карелии, бассейнов Северной Двины (0,72), Печоры (0,42), Оби (7,52 км<sup>3</sup>/год, без учета водозабора на территории Казахстана и Китая), Енисея (3,15) и Лены (0,31 км<sup>3</sup>/год). Объемы отведения сточных вод в реки были сопоставимы (за исключением бассейна Оби) с объемами изъятия водных ресурсов рек.

Ожидаемое хозяйственное увеличение объема потребления воды в регионе в целом не приведет к опасным изменениям стока воды рек, впадающих в арктические моря, поскольку оно будет компенсироваться климатическим увеличением их водности. Напряженная водохозяйственная ситуация ожидается в основном в южных районах Западной Сибири (в степных районах Обь-Иртышского бассейна) и Средней Сибири. Восстановление прежних объемов промышленного, сельскохозяйственного и коммунально-бытового водопотребления, а также увеличение забора воды, планируемое (и уже частично осуществленное) на территории Китая, Казахстана может привести к возникновению дефицита водных ресурсов. Нарастающий дефицит водных ресурсов в соседнем регионе – Центральной Азии – возможная причина усиления политической напряженности между соседними странами в вопросах использования водных ресурсов региона.

#### *Примечание*

1. Алексеевский, Н. И., Айбулатов, Д. Н., Косицкий, А. Г. Масштабные эффекты изменения стока в русловой сети территории // География, общество, окружающая среда. Том VI. – М.: Изд. дом «Городец», 2004. – С. 345-412.
2. Водные ресурсы России и их использование / Под ред. проф. И. А. Шикломанова. – СПб., 2008. – 600 с.
3. Геоэкологическое состояние арктического побережья России и безопасность природопользования / Под ред. проф. Н. И. Алексеевского. – М.: ГЕОС, 2007. – 585 с.
4. Доманицкий, А. П., Дубровина, Р. Г., Исаева, А. И. Реки и озера Советского Союза. – Л.: Гидрометеиздат, 1971. – 105 с.
5. Магрицкий, Д. В. Антропогенные воздействия на сток рек, впадающих в моря Российской Арктики // Водные ресурсы. – 2008. – Т. 35. – № 1. – С. 1-14.
6. IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change), 2007: Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, M.L. Parry, O.F. Canziani, J.P. Palutikof, P.J. van der Linden and C.E. Hanson, Eds., Cambridge University Press, Cambridge, UK, 976 pp.

## СПОСОБНА ЛИ РОССИЯ К САМОРАЗВИТИЮ

*Андрейкин В. Г., к.филос.н., доцент, ТюмГАСУ, г. Тюмень*

*Аннотация. В работе поднимается дискуссионная тема о будущем России. Автор, оценивая текущую ситуацию, задается вопросом – сумеют ли народ, страна, государство сохранить «механизмы» гражданского общества: семью, образование, самоуправление или самоорганизацию?*

## IS RUSSIA CAPABLE TO SELF-DEVELOP?

*Andreikin V. G., PhD, Associate professor, TSUACE, Tyumen*

*Abstract. The paper discusses the controversial topic of the future of Russia. When evaluating the current situation, the author asks the question - Will the Russian people, country and state keep the «mechanisms» of civil society: the family, education, self-management or self-organization?*

Другими словами является ли Россия органической системой? Из диалектики со времен Гегеля и Маркса известно, что только органические системы способны развиваться. Органическими же системами можно признать только те, которые способны вмещать в себя и выдерживать противоречия, например: «единого и многого», «целого и частей», «формы и содержания», «сущности и явления», т.е. тех, без которых развитие невозможно.

Рассмотрение даже простых органических систем показывает, что кроме связей, которые ведут части к образованию целого, они (части) осуществляют между собой множество таких связей, которые сами по себе к образованию целого не приводят, но оказываются тем фоном, на котором только и возможны связи целого. Тем более это очевидно в сложных системах. Так, например, членов любого производственного коллектива может связывать друг с другом и дружба и совместное увлечение спортом, искусством и т.д., но ни одна из этих связей не образует производственного коллектива. Лишь совместная деятельность, направленная на достижение цели, которая не может быть достигнута отдельными людьми, образует коллектив как целое. Но очевидно, что обмен деятельностью между людьми в коллективе тем плодотворней, чем прочнее их связи в непроизводственных сферах.

Как такую связь людей в обществе, которая делает его (общество) целым можно рассматривать культуру. «Я называю истинным, или положительным, всеединством такое, в котором единое существует не на счёт всех или в ущерб им, а в пользу всех ... истинное единство сохраняет и усиливает свои элементы, осуществляясь в них, как полнота бытия» [1]. Видимо таким всеединством и полнотой бытия и является культура.

В различных областях научной деятельности было сформулировано более 250 определений культуры, в которых авторы пытаются охватить всю область действия этого социального феномена. Вот только некоторые из них.

*Тейлор:* «Культура – некоторое сложное целое, которое включает в себя знания, верования, искусство, мораль, законы, обычаи и другие способности и привычки, приобретаемые и достигаемые человеком как членом общества» [2].  
*Тойнби:* Тезис об унификации мира на базе западной экономической системы как закономерном итоге единого и непрерывного процесса развития человеческой истории приводит к грубейшему искажению фактов и к поразительному сужению исторического кругозора.... подобный взгляд на современный мир следует ограничить только экономическим и политическим аспектами социальной жизни, но никак не распространять его на культуру, которая не только глубже первых двух слоев, но и фундаментальнее. Тогда как экономическая и политическая карты мира действительно почти полностью «вестернизированы», культурная карта и поныне остается такой, какой она была до начала западной экономической и политической экспансии [3].

*Шпенглер:* Каждая культура обнаруживает глубоко символическую и почти мистическую связь с протяженностью, с пространством, в котором и через которое она ищет самоосуществления. Как только цель достигнута и идея, вся полнота внутренних возможностей, завершена и осуществлена вовне, культура внезапно коченеет, отмирает, ее кровь свертывается, силы надламываются – она становится цивилизацией [4].

*Бердяев:* Ошибка Шпенглера заключалась в том, что он придал чисто хронологический смысл словам цивилизация и культура и увидел в них смену эпох между тем как всегда будут существовать культура и цивилизация и в известном смысле цивилизаций старше и первичнее культуры, культура образуется позже. Изобретение технических орудий, самых элементарных орудий примитивными людьми есть цивилизация, как цивилизация есть всякий социализирующий процесс. Латинское слово цивилизация указывает на социальный характер указываемого этим словом процесса. Цивилизацией нужно обозначать более социально-коллективный процесс, культурой же – процесс более индивидуальный и идущий вглубь. Мы, например, говорим, что у этого человека есть высокая культура, но не можем сказать, что у этого человека есть высокая цивилизация [5].

В работах Н. Я. Данилевского, О. Шпенглера и П. Сорокина развито представление о кризисе культуры. Под кризисом культуры понимается такое состояние общества, когда жизнь порождает какие-то новые формы деятельности, а люди не успевают к ним адаптироваться или же искусственно консервируются устоявшиеся схемы. Каждая культура, по мнению О. Шпенглера, рождается, зреет, живет и умирает подобно организму, взаимодействуя с другими такими же культурами. Существенным моментом при этом является измельчание и исчерпание системы идеалов и ценностей, которые питают данную культуру. Тогда наступает кризис, распадаются социальные связи, люди задаются вопросом: что дальше?

М. Пришвин писал: «культура – это связь людей, а цивилизация – связь вещей». Но культура – это не просто связь людей. *Культура – способность общества вырабатывать, накапливать и передавать результаты достигнутого уровня развития или практический и духовный опыт постоянно*

*меняющимся поколениям в виде материальных и не материальных ценностей.* Она есть та системообразующая связь, которая делает народ народом. Она проявляется и в языке, и в искусстве, и в материальном производстве, и в образовании или способах социализации, т. е. во всех сторонах общественной жизни. Тогда как цивилизация – способ оформления уровней развития общества.

Таким образом, культура есть та связь, которая позволяет человеку создавать новое, и в которой это новое собственно и возникает. Она есть «механизм» или способ рождения нового, т.е. творчества. И по мере усложнения человека и общества усложняется сама связь, т.е. культура. Появляются новые виды деятельности и вместе с ними появляются новые сферы творчества или культуры, то есть культура усложняется.

Но чем сложнее система, тем сложнее взаимосвязи элементов. Так, например, в науке по мере ее развития, кроме физики, химии, биологии появляются физическая химия, биофизика, биохимия и т.д. И разумно предположить, что эта закономерность действует во всей культуре. В культурологии появляются теории межкультурных взаимодействий.

Однако уже само определение «межкультурные» подразумевает наличие разных культур. Понятно, что если есть разные народы, то существуют и разные культуры. И наряду с общечеловеческими элементами они содержат и специфические, присущие только этому народу или какой-то группе народов элементы, которые составляют его самобытность. В документах ЮНЕСКО самобытность определяется как «жизненное ядро культуры, тот динамический принцип, через который общество, опираясь на свое прошлое, черпая силу в своих внутренних возможностях и осваивая внешние достижения, отвечающие его потребностям, осуществляет процесс постоянного развития».

Чем определяются эти различия? Очевидно в первую очередь теми условиями, в которых эти народы или группы народов существуют на протяжении своей истории. Так, в культурах народов Средиземноморья и сходство, и различие прослеживаются весьма отчетливо. Но сходство и различия можно увидеть и в более широком масштабе. Исследуя различные типы общины, Маркс выделяет те существенные моменты их бытия, которые при всех различиях азиатской, античной или германской общины позволили ему характеризовать их все как различные формы общины.

Таким образом, можно сказать: то общее, что присуще всем культурам, это общечеловеческие моменты, а своеобразие культур, то, что различает народы. Ведь очевидно, что довольно долго существовали только те империи, которые не подавляли культурного своеобразия завоеванных ими народов (например, А. Македонский. Римская империя и завоеванные ей «варварские» народы и др.). Российская «империя» пока существует и сегодня.

Вот, например, что писал Достоевский об общем: «Говоря, впрочем, о национальности, мы не разумеем под нею ту национальную исключительность, которая весьма часто противоречит интересам всего человечества. Нет, мы разумеем тут истинную национальность, которая всегда действует в интересе всех народов. Судьба распределила между ними задачи: развить ту или другую

сторону общего человека... только тогда человечество и совершит полный цикл своего развития, когда каждый народ, применительно к условиям своего материального состояния, исполнит свою задачу. Резких различий в народных задачах нет, потому что в основе каждой народности лежит один общий человеческий идеал, только оттененный местными красками. Потому между народами никогда не может быть антагонизма, если бы каждый из них понимал истинные свои интересы. В том-то и беда, что такое понимание чрезвычайно редко и народы ищут своей славы только в пустом первенстве пред своими соседями. Разные народы, разрабатывающие общечеловеческие задачи, можно сравнить со специалистами науки; каждый из них специально занимается своим предметом, к которому, предпочтительно пред другими, чувствует особенную охоту. Но ведь все они имеют в виду одну общую науку. И отчего наука всего более идет в широту и глубину, как не от специализации ее предметов и частной разработки их отдельными личностями?» [6].

Все сказанное выше в полной мере относится и к России. Очень точно характеризует эту ситуацию Д. С. Лихачев: «Сколько мы, русские, получили культурных ценностей от других народов именно потому, что сами давали им много! А культура – это как неразменный рубль: расплачиваешься этим рублем, а он все у тебя в кармане и даже, глядишь, денег становится больше... Культура должна быть открытой», он пишет: «Национальные особенности – достоверный факт. Не существует только каких-то единственных в своем роде особенностей, свойственных только данному народу, только данной нации, только данной стране. Все дело в некоторой их совокупности и в кристаллически неповторимом строении этих национальных и общенациональных черт. Отрицать наличие национального характера, национальной индивидуальности – значит делать мир народов очень скучным и серым» [7].

Вопрос, следовательно, в том, сможет ли Россия сохранить свою самобытность и открытость, позволяющую культуре развиваться, в эпоху перехода от во многом общинного уклада жизни общества, к порождающему индивидуализм капитализму. Факторов, сохраняющих самобытность и открытость много, но базовыми в процессе передачи социального и культурного опыта следующим поколением по большому счету всего три: институт семьи, система образования и самоорганизация или самоуправление.

*Семья:* Статистика, которая ведется в ЗАГСх страны, является неутешительной. С каждым годом популярность зарегистрированного брака падает. Разница между количеством браков и разводов в России с каждым годом сокращается. В современном обществе в моде гражданский брак. 30% детей в России рождаются в неполной семье, а точнее у матерей-одиночек. Статистика других стран немногим отличается от нашей: в США – 33% матерей всех новорожденных – незамужние женщины, в Исландии – 64% (это самый высокий показатель в Европе), в Швеции – 54%, в Великобритании – 38%, в Финляндии – 37%. Для современников брак потерял свое значение, люди не верят в его долговечность.

Эти факты только подтверждаются результатами интернет-опроса, который провела недавно компания ACNielsen. По результатам опроса, 47%

россиян не верит в прочность и долговечность брака. 27% соотечественников считают брак устаревшим явлением. Только 70% опрошенных считают, что заключать брачный союз нужно один раз в жизни и по большой взаимной любви. И как это ни странно, мужчины верят в возможность такого брака больше, чем женщины. В Северной Америке брак считают необходимым этапом в развитии нормальных отношений 78% респондентов, в Европе – 61%. В России же создание семьи является необходимостью только для 58% населения. Остальные относятся к этому более сдержанно, и заводить семью собираются только в крайнем случае. В последнее время особенно актуальны гражданские браки, они давно перестали быть чем-то ненормальным в нашем обществе. Поэтому и рождение внебрачных детей стало повседневным явлением. По мнению россиян, заводить семью нужно, когда тебе уже за 30.

Согласно данным российских социологов Россия занимает 27-е место в мире по качеству образования. Что примечательно, еще в 1992 году мы занимали 3-е место в том же самом рейтинге.

Специалисты Всероссийского центра изучения общественного мнения (ВЦИОМ) провели мониторинг цен и выяснили, что собрать ребенка в школу сейчас стоит значительно дороже, чем раньше. Так, в столице закупка всех предметов для юного школьника его родителям обходится в среднем в 21 тыс. рублей, в селе эти цифры составляют 12 тыс. руб.

При этом всего за один год средняя сумма сборов существенно увеличилась. По сравнению с прошлым годом, на покупку всего необходимого школьнику россияне стали тратить на 16% больше, сообщает Всероссийский центр изучения общественного мнения (ВЦИОМ). На то, чтобы одеть и обуть школьника, купить ему портфель и положить в него все необходимое, у средней российской семьи в 2012 году ушло 15 тыс. 212 руб. Для сравнения, в 2005 году хватало всего 6 тыс. 157 руб.

*Образование:* Весь мир убежден в том, советское образование, как общее среднее, так и высшее в области естественных и технических наук, было лучшим в мире. Опыт нашей страны перенимали мировые лидеры: США, Япония и Китай.

В 1990-е гг. был потерян ряд критически важных технологий, снизился общий технологический уровень производства, возросла доля сырьевых и простых товаров, сократилось финансирование образования. Не было спроса на новые технологии и квалифицированные научно-технические кадры. Соответственно экономической ситуации снижались культура общества и качество национального образования. Упало качество государственного управления, в т.ч. и системой образования. Этим сокращались возможности для перехода к инновационной экономике и устойчивого роста в будущем.

В 2000-е гг. начался быстрый экономический рост. Деиндустриализация остановлена. Но этот рост был вызван преимущественно восстановлением и развитием производства на прежней технологической основе, о чем свидетельствуют крайне низкие затраты крупных предприятий на разработку новых технологий и продуктов. Вместе с тем, все больше новых малых и

средних фирм могли расти благодаря использованию (заимствованию или разработке) новых технологий. Растет финансирование системы образования.

К этому времени российская система образования приобрела странный вид и обросла пороками, ранее немыслимыми для нее на протяжении столетий. Это произошло потому, что когда ценности, убеждения, нормы и инструменты развития российского образования, в течение многих лет доказавшие свою эффективность, были объявлены крамолой, элитные группы стали выстраивать систему образования, ориентируясь на краткосрочные выгоды. В гораздо более сильном виде подобное происходило во многих других отраслях и сферах российского общества, ибо в условиях «шоковой терапии» ставилась задача полного ухода государства из экономики.

В последние годы финансирование российского образования быстро растет, но процесс его реформирования катится по рельсам, проложенным в 1990-е годы. Возникает ощущение, что национальная элита на самом деле не очень хорошо представляет себе, какая система образования необходима нашей стране в ближайшие 30 лет, на какой идеологической основе и в чьих интересах она должна строиться. Отсюда противоречивые действия, колебания, неоправданные эксперименты и отсутствие необходимых мер.

*Стратегическая задача:* система образования должна готовить ученых, управленцев и специалистов разного творческого уровня, способных поддерживать существующие технологии и продукты и заимствовать новые технологии и продукты, а также разрабатывать новые технологические принципы и технологии. Для каждого технологического уровня формируется своя цепочка образования: школа, лицей, колледж, университет. Создаются образовательные кластеры как элементы региональных и федеральных инновационных систем.

В управлении российским образованием отсутствует система комплексного прогнозирования и планирования, основанная на прогнозах рынка труда и технологического развития. Распределение Министерством образования и науки России бюджетных мест не базируется ни на мониторинге рынка труда, ни на стратегии экономического развития страны.

Система образования призвана усиливать конкурентоспособность национальной культуры: новые технологии требуют более высокой культуры. Образование – один из самых мощных каналов коммуникации в обществе. В трансформирующейся экономике содержание и объем получаемой информации, потребность в ней в значительной степени определяются глубиной и скоростью проводимых преобразований.

*Самоорганизация или самоуправление.* Еще в начале нынешнего века мне приходилось писать о выборе того пути, по которому России предстоит идти в будущее. И тогда шло много разговоров о том, что мы опять строим: капитализм с человеческим лицом, постиндустриальное общество, информационное общество или Россия должна искать свой путь и строить что-то такое, чего никогда и нигде не было и не будет. Тогда эти разговоры были, очень модными среди людей слабо знакомых с закономерностями

общественного развития, и являлись прямым следствием именно незнания предмета разговора.

Весь цивилизованный мир развивается по законам, которые известны уже более сотни лет. И стадии, которые общество проходит в своем развитии, тоже известны. Если мы сегодня опять начнем искать свой путь в истории, отличный от того, на который нас сегодня вывела логика исторического процесса, то это будет означать, что опять лет на пятьдесят-семьдесят мы сойдем на обочину того пути, по которому развивается мир.

Разговоры о собственном российском пути, конечно, тешат самолюбие ура-патриотов, но по сути своей они смешны. Надеяться на то, что особая российская духовность не позволит распространиться наркомании в России наивно. Много было разговоров и о том, что мы стремительно нищаем, и в качестве причины зачастую указывалось на структурную перестройку экономики, что было прямой подменой тезисов. Та плановая система, в которой мы жили после большевистского переворота и вплоть до начала 90-х годов XX века и есть причина обнищания народа. Система, напроочь лишившая человека инициативы, не могла не породить у него равнодушия к результатам собственной деятельности.

Патерналистские настроения населения, ставшие тогда нормой жизни, и сегодня обеспечивают электорат КПРФ. Но это не самое страшное последствие того тотального планирования и распределения, которое было стержнем системы. Куда страшнее то, что была создана самопожирающая милитаризованная экономика, уничтожающая сырьевые и трудовые ресурсы. Исправить эту систему можно было, только уничтожив ее. Было очевидным то, что для функционирования экономики страны в нормальном для ее развития режиме необходима нормальная законодательная база. Для принятия нормальных экономических законов необходим нормальный парламент, избрание которого может быть осуществлено только нормальным электоратом. Именно так принимаются законы в странах с нормальной экономикой, где закон годами обсуждается и законодателями и избирателями. В результате возникают законы, которые не исполнять просто не выгодно.

А как у нас сегодня принимаются законы? Закон у нас – это схема, построенная путем консенсуса избранных в Госдуму партий, т. е. лоббистов интересов тех, кто их спонсировал на выборах. Так появился и закон о приватизации, реализация которого была выгодна только 1% населения. И такие законы-схемы принимаются сотнями в год. В результате многие из них противоречат друг другу, создавая массу лазеек для криминальной экономики.

Так или иначе, но Россия встала на путь либерализации экономики и те проблемы, которые Западная Европа в основном решила почти сто лет назад нам предстоит решать сегодня, но если у запада на это ушло около двухсот лет, то нам отпущен куда меньший срок. С неизбежностью должна меняться и уже меняется система всех общественных отношений. Первым признаком этих изменений является изменение общественного сознания. Так, например, можно указать на то, что происходит отказ от патерналистской парадигмы. Конечно значительная часть общества и, прежде всего «строителей социализма» сегодня

оказались на обочине жизни. Они от этой парадигмы отказаться не смогут. Но уже их дети хотят строить не социализм, а свою жизнь.

Наибольшие трудности в процессе формирования нового общественного сознания возникают там, где идет отказ от старых ценностей и формирование новых, т. е. там, традиции сталкиваются с реальными условиями, в которых эти традиции уже оказываются реликтами. Как кажется, задача у Президента создать человеческие условия для адаптации людей к последствиям этого выбора. На деле же это может означать следующее:

– принятие пакета экономических законов, включая новый Налоговый кодекс (такой, чтобы налоги платить было выгодно всем) и закон о земле, позволяющих экономике функционировать как саморазвивающейся системе. Без этого, ни о каком подъеме экономики говорить нельзя.

– принятие законов, запрещающих засилье импортной культуры (ведь никто не называет Францию тоталитарной страной из-за того, что там продукция импортной культуры может занимать не более 30% эфирного времени любой теле или радио станции, независимо от формы собственности). Ни о каком возрождении национального самосознания речи быть не может.

– принятие реальной программы «Дети России» и осуществление ее. Без этого у страны нет будущего.

– принятие блока законов, направленных на развитие местного самоуправления. В их числе законы о минимальном государственном социальном стандарте, о минимальной бюджетной обеспеченности муниципальных образований. Без этого у местных властей не будет заинтересованности в развитии территорий и налогооблагаемых баз.

– принятие блока законов, создающих хотя бы минимальные условия для самореализации человека. Без них просто не возможно пробуждение активности населения ни в какой социальной сфере.

Можно, конечно, и дальше ничего не делать, но тогда неизбежно разделение страны на левых и бандитов, и подготовка страны к гражданской войне или как писал классик «русскому бунту – бессмысленному и беспощадному». Сумеют народ, страна, государство сохранить «механизмы» гражданского общества: семью, образование, самоуправление или самоорганизацию? То, что происходит в этих сферах сегодня не вызывает исторического оптимизма.

### *Примечание*

1. Соловьёв, В. С. Оправдание Добра. Нравственная философия: [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.vehi.net/soloviev/oprav/>.
2. Тейлор, Э. Первобытная культура. – М.: Изд-во: Социально-экономическое, 1939.
3. Тойнби, А. Дж. Постигание истории. – М., 1991. – С. 80-85.
4. Шпенглер, О. Закат Европы//Очерки мировой истории. Т.1. – М., 1993. – С. 262-265.
5. Бердяев, Н. О рабстве и свободе человека. – Париж, 1934. – С. 103-104.
6. Достоевский, Ф. М. Два лагеря теоретиков (по поводу «Дня» и кой-чего другого): [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://rvb.ru/dostoevski/01text/vol11/1862/87.htm>.
7. Лихачев, Д. С. Заметки о русском: [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://likhachev.lfond.spb.ru/Articles/zam.htm>.

## АНАЛОГОВАЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ИСТЕЧЕНИЯ ЖИДКОСТИ ИЗ БАКА С УЧЕТОМ ОБРАЗОВАНИЯ ВОРОНКИ

Аринчин С. А., Артемьев Ю. В., Тугужаков Д. Б., Шолеров В. Н., Сибирский федеральный университет, г. Красноярск

*Аннотация. В данной работе представлено экспериментальное исследование и аналоговое моделирование (с помощью электрической цепи) процесса истечения жидкости, при разных диаметрах отверстий.*

### ANALOG ELECTRICAL MODEL FOR LIQUID OUTFLOW FROM THE RESERVOIR WITH REGARD TO FUNNEL FORMATION

Arinchin S. A., Artemyev Yu. V., Tuguzhakov D. B., SholeroV V. N., Siberian Federal University, Krasnoyarsk

*Abstract. The paper deals with experimental research and analog modeling (by means of electric circuit) for liquid outflow given different diameters of holes.*

Основным стимулом исследования образования воронки при истечении воды из бака является то, что возникновение воронки приводит к парадоксальному результату – скорость истечения воды увеличивается, несмотря на то, что сечение потока занятое водой уменьшается. Данный экспериментальный факт, безусловно, может быть использован для увеличения производительности слива воды и других жидкостей из емкостей.

Исследованию вихреобразования и воронкообразование при истечении жидкости из бака со свободной поверхностью посвящены многочисленные работы [1, 2, 3, 4]. В данной работе осуществлялось экспериментальное исследование и аналоговое моделирование (с помощью электрической цепи) процесса истечения жидкости, при разных диаметрах отверстий (см.: рис. 1).

ПК

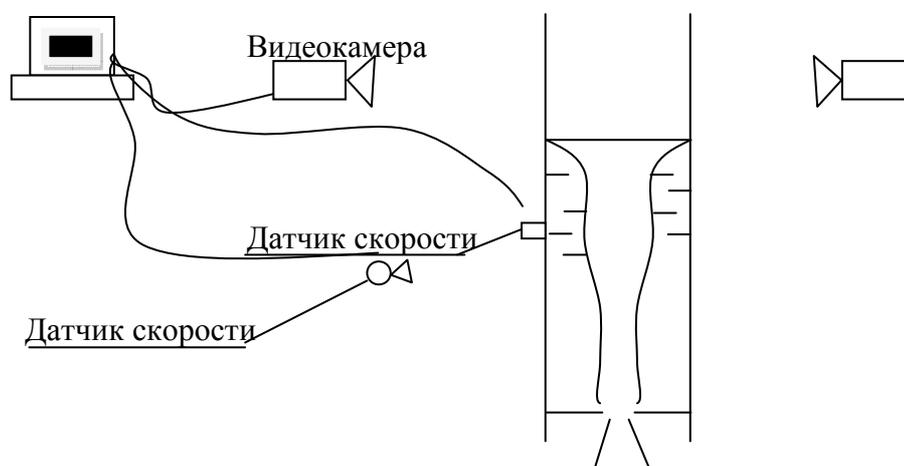


Рис. 1. Схема эксперимента с воронкообразованием.

Авторы выражают благодарность Кудревцеву В. П. за большой вклад в проведении экспериментов. В результате проведенных экспериментов получена зависимость уровня вытекающей воды от времени. Получены кривые аппроксимированные методом наименьших квадратов (см.: рис. 2.).

Современные вычислительные методы решения задач гидродинамики позволяет решать достаточно сложные задачи. Однако для этого требуется значительные вычислительные ресурсы (память и быстродействие ЭВМ). Для инженерных расчетов можно воспользоваться моделью струи с помощью электрической цепи с распределенными параметрами:  $R_n, C_n$ , [5]

Активное сопротивление и емкость объема воды получены из следующих зависимостей

$$R_l = \rho \frac{l}{S} - \text{сопротивление потока воды.} \quad (1)$$

$l$  -длина проводника

$S$  -площадь поперечного сечения

$$C = 4\pi\epsilon_0\epsilon R \quad (2)$$

Используя концепцию термодинамики как типичной теории поля (подобно механике и электродинамике сплошных сред) необходимо (помимо хорошо известных постулатов классической теории поля) предположить, что элементы объема или массы (целлы) сплошных сред можно рассматривать как равновесные системы, а их состояние описывать при помощи параметров равновесного состояния, не учитывая различные процессы, происходящие между соседними элементами [6].

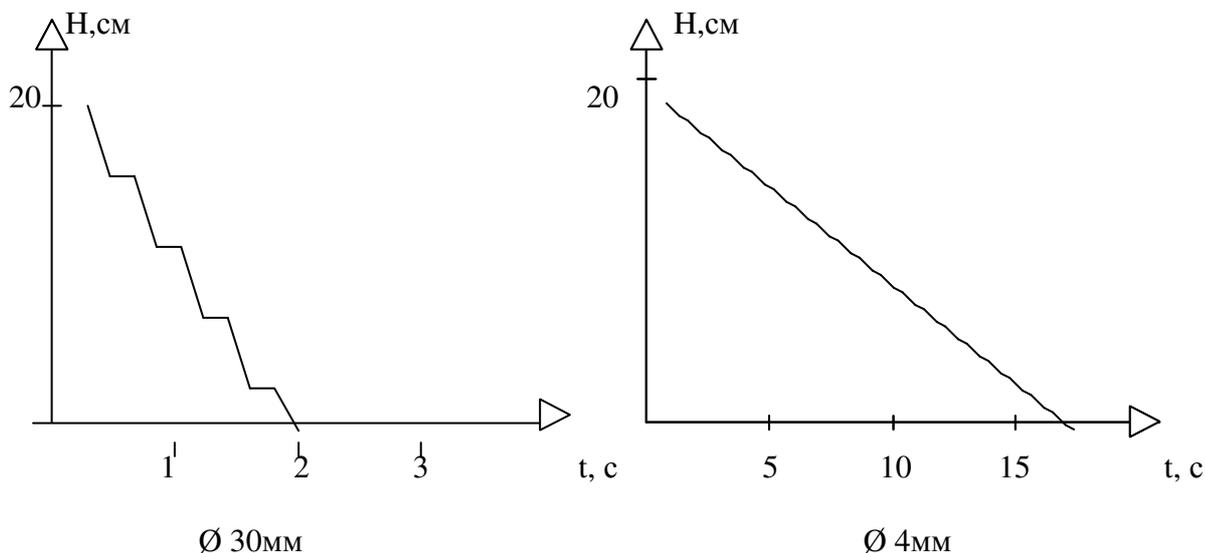


Рис. 2. Аппроксимация экспериментальных зависимостей уровня жидкости в баке от времени.

Как следствие этого условия, называемого локальным или клеточным равновесием, неравновесные состояния непрерывных сред могут быть описаны скалярным, векторным и тензорным полями, макроскопические параметры

состояния которых, вообще говоря, зависят от пространственных координат и от времени. Таким образом, в подобно гидродинамике как и в электродинамике изменения состояния описываются дифференциальными уравнениями в частных производных. Учитывая, что в цепи протекает переменный ток  $i$ , можно считать (в соответствии с законом электромагнитной индукции), что в съемной катушке не будет наводиться ЭДС.

$$e = -\frac{\partial \Phi}{\partial t} \quad (3)$$

$\Phi = BS$  – магнитный поток, создаваемый током  $i$

Гидродинамические процессы в потоке воды истекающей из бака, можно смоделировать с помощью электрической цепи с параметрами  $R_n$  и  $C_n$ . Если подключить такого рода нагрузку к источнику постоянного напряжения  $E$ , то ток в цепи будет функцией времени  $i=f(t)$ , так как  $R_n$  и  $C_n$  являются функциями времени. Кроме того,  $R_n$  и  $C_n$  будут являться функциями тока  $R_n = f(i)$  и  $C_n = f(i)$ , однако в настоящей работе  $R_n$  и  $C_n$  считаем не зависящими от протекающего тока.

Рассматривая воронкообразование, главной его причиной мы полагаем резонанс пульсаций давления на свободной поверхности воды и клеточного процесса истечения воды из отверстия бака. В этом случае электрическая схема замещения примет вид (см.: рис. 3).

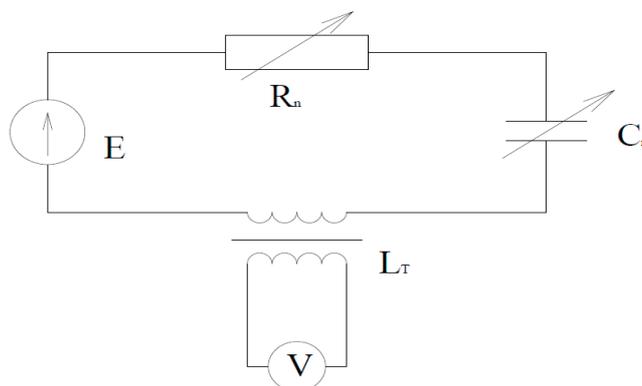


Рис. 3. Электрическая схема замещения завихренного потока жидкости, где  $L_T$  – индуктивность трансформатора, с которого снимается напряжение (например, для подзарядки аккумулятора).

Резонанс напряжений в аналоговой схеме замещения, характеризуется частотой:

$$\omega_p = \frac{1}{\sqrt{L_T C_n}} \quad (4)$$

#### Примечание

1. Степанова, Е. И. Экспериментальное исследование тонкой структуры вихревого течения в жидкости со свободной поверхностью: Дисс... к.т.н. – М., 2009. – 125 с.
2. Штарев, А. А. Экспериментальное исследование формирования нестационарных вихревых воронок: Дисс... к.т.н. – М.: МФТИ, 2005. – 134 с.

3. Логвинович, Г. В., Буйвол В. Н., Дудко А. С. и др. Течения со свободными границами. – Киев: Наукова Думка, 1985. – 296 с.
4. Лэмб, Г. Гидродинамика. – М., 1947. – 747 с.
5. Тамм, И. Е. Основы теории электричества. – М.: Наука, 1976. – 616 с.
6. Дьярмати, И. Неравновесная термодинамика. – М.: Изд-во Мир, 1974. – 162 с.

## **ВЛИЯНИЕ ХИМИЧЕСКИ ЗАГРЯЗНЕННЫХ ТЕРРИТОРИЙ НА КАЧЕСТВО ПРИРОДНЫХ ВОД**

*Баландина А. Г, аспирант; Шундеева Е. В., студент; Хангильдин Р. И., доцент;  
Мартяшева В. А., доцент, Уфимский государственный нефтяной технический  
университет, г. Уфа*

*Аннотация. С целью предотвращения загрязнения водных ресурсов сточными водами с химически загрязненных территорий авторами предлагается технологическая схема очистки трудноокисляемых сточных вод и проект мобильной полупромышленной установки, основанный на совместном использовании мембранного способа очистки воды и озонирования в присутствии катализатора.*

## **INFLUENCE OF CHEMICALLY POLLUTED TERRITORIES ON NATURAL WATER QUALITY**

*Balandina A. G., postgraduate; Shundeeva E. V., undergraduate; Khangildin R. I.,  
associate professor; Martyasheva V. A., associate professor, Ufa State Technical  
University of Oil, Ufa*

*Abstract. The paper gives the process flowsheet for poorly-oxidated wastewaters purification to prevent natural water contamination with wastewaters from chemically polluted territories. The model of a mobile semiindustrial unit based on joint application of membrane water purification and catalyst ozonization is presented.*

XXI век характеризуется интенсивным развитием промышленности и сельскохозяйственного производства, и как следствие этого – сильным загрязнением поверхностных и подземных вод.

Основными источниками загрязнения природных вод являются химически загрязненные территории. К загрязнителям относятся:

- 1) сточные воды предприятий химического, нефтеперерабатывающего и нефтедобывающего профиля;
- 2) стоки с загрязненных территорий резервуарных парков, нефте- и газохранилищ, временных складов предприятий;
- 3) протекающие подземные резервуары и трубопроводы, особую проблему составляют утечки бензина из резервуаров на АЗС;
- 4) пестициды и удобрения, применяемые на полях, газонах, в садах;

5) фильтрат от многочисленных свалок промпредприятий, химического и бытового мусора.

При хранении все стоки и отходы претерпевают изменения, обусловленные как внутренними физико-химическими процессами, так и влиянием внешних факторов. В результате этого в теле захороненных отходов могут образовываться новые экологически опасные вещества. Наиболее опасным является жидкий фильтрат, образующийся путем проникновения атмосферных осадков и ливневых стоков в накопленную массу полигонов захоронения. Фильтруясь, вода накапливает большое количество вредных веществ, превращаясь в высоко концентрированный раствор многих токсичных веществ. Потоки этих растворов проникают и загрязняют как поверхностные, так и подземные воды. Наиболее распространенными элементами загрязнения подземных вод являются нефтепродукты и их производные. Потенциальными источниками загрязнения служат многочисленные действующие и ликвидированные склады горюче-смазочных материалов, АЗС, нефтепроводы, крупные авиапредприятия, нефтеперерабатывающие заводы, локомотивные депо и др. Зачастую загрязнение подземных вод нефтепродуктами связано с добычей, транспортировкой, переработкой и хранением нефти и нефтепродуктов, а также с авариями (разрывы трубопроводов, транспортные аварии и т.д.). Кроме того, образованию новых участков загрязнения подземных вод способствуют несанкционированные сбросы нефти и нефтепродуктов в заброшенные карьеры и долины ручьев и мелких притоков.

Многолетняя добыча нефти в Башкортостане привела к тому, что подземные воды катастрофически загрязнились на огромных площадях, где добывается нефть. Так, Краснокамский район полностью лишился питьевой воды. Санэпиднадзор запрещает брать людям воду из колодцев, потому что ее нельзя употреблять в питьевых целях. Аналогичная ситуация наблюдается в Туймазинском, Белебеевском и других нефтегазодобывающих районах республики. Чтобы очистить пресные воды, загрязненные нефтяниками, нужно прекратить закачку пластовых вод после отделения нефти, и тогда понадобится еще 250-300 лет, чтобы произошло самоочищение пресных вод [1].

По данным экологов, количество ЧП, связанных с загрязнением воды в Башкирии, в ближайшие годы будет только увеличиваться [2]. В Башкирии в грунт десятилетиями сливались нефтепродукты. Где-то нелегально прятали отходы переработки нефти, случались и утечки, их ликвидацией никто не занимался. Практически под каждым из нефтеперерабатывающих и химических заводов республики накоплены залежи отходов нефтепереработки. На современном производстве с утечками борются, поскольку это приносит серьезный экономический ущерб. Но в 30-е годы, в военное время никто не считал, сколько нефти утекло в землю при ее добыче, переработке, транспортировке и хранении. А технологические потери в те годы были действительно огромными. Нефтепродукты постепенно просачивались в грунт, накапливаясь в карстовых пустотах. Мазут, дизельное топливо, бензиновые фракции на почву выливали десятилетиями. Химии в грунтовых водах накопилось очень много, и сейчас она начинает просачиваться в водоемы.

Проблема загрязнения подземных вод нефтепродуктами для Башкирии, к сожалению, является актуальной. И это не удивительно, особенно если учесть, что постоянные утечки из систем нефтесбора, нефтепродуктопроводов, объектов нефтепереработки, а также хранения сырой нефти и нефтепродуктов образовали много слоев – так называемых линз в грунтовых водах в южном промышленном узле республики, северной промышленной зоне Уфы, под всеми нефтепарками. «Язык» загрязнения грунтовых вод нефтепродуктами от промышленной зоны башкирской столицы проявляет себя, к примеру, стоками в реку Белую в районе причалов уфимских нефтеперерабатывающих заводов. Кроме того, он уже дошел до реки Уфа (основной источник водоснабжения города) в районе профилактория «Речные зори» ОАО УМПО, т.е. дошел до второго пояса санитарной охраны уфимских водозаборов [3].

Не менее серьезной проблемой, вызывающей загрязнение грунтовых вод, является проблема захоронения токсичных отходов. Несмотря на действующие республиканские целевые программы, внимание государства и общества к проблеме, число несанкционированных захоронений отходов не уменьшается, а только растет. За 2012 год в республике обнаружено 920 новых свалок [4]. Теневой бизнес в сфере опасных промышленных отходов процветает в основном за счет их нелегального закапывания вдали от населенных пунктов или незаконного вывоза опасных отходов на свалки ТБО. Примером может служить «Цветавский» полигон в Гафурийском районе Республики Башкортостан, на котором при наличии четырех самостоятельных владельцев размещаются нефтехимические отходы г. Стерлитамака и который стал мощнейшим источником техногенного влияния на прилегающую территорию.

В республике крупные предприятия имеют около 200 полигонов для захоронения собственных опасных отходов. При этом не исключаются случаи, когда предприятия занижают классы опасности веществ и не ведут учет опасных отходов. Внутризаводские полигоны для размещения опасных отходов построены 30-50 лет назад без какой-либо гидроизоляции, на них отсутствует достоверный государственный учет захоронения. Такие внутренние свалки, где нет гидроизоляции, достоверного учета отходов и мониторинга окружающей среды эксплуатируются, к примеру, на территории АНК «Башнефть», ОАО «УМПО», ОАО «Сода», ОАО «Каустик», бывшего биохимкомбината в г. Благовещенске и т.д. [4].

Загрязняющие вещества с атмосферными осадками и таянием снега стекают в поверхностные источники, и, инфильтруясь через зону аэрации грунтов, попадают в подземные водоносные пласты. Курьерами при этом могут быть фенолы, углеводороды и т.д. Так, весной 1991 года в Уфе в результате фенольной катастрофы (тогда фенол попал в водопроводную воду в количестве, во много раз превышающем ПДК) обнаружилось, что на территории завода «Химпром», ставшем виновником экологической катастрофы, скопилось более 500 тысяч тонн отходов – шламов, насыщенных фенолами и диоксинами. Завод официально закрыт, но опасность загрязнения окружающей среды существует до сих пор. Самое опасное для города в этой ситуации то, что грунтовые воды в районе завода залегают неглубоко, на расстоянии 1-3 метров от поверхности,

а это значит, что остается угроза попадания в них фенолов и диоксинов и дальнейшего их распространения с территории завода. Присутствие в стоках высоких концентраций различных загрязнителей создает серьезные трудности при очистке сточных вод. Многие примеси не извлекаются из воды механически, не нейтрализуются при биологической очистке, не удаляются такими традиционными методами водоочистки, как отстаивание, коагуляция и флотация. Это обуславливает введение в технологическую схему очистки стоков более совершенных комбинированных методов, например, с применением мембранных технологий. С целью предотвращения загрязнения водных ресурсов сточными водами с химически загрязненных территорий авторами предлагается технологическая схема очистки трудноокисляемых сточных вод и проект мобильной полупромышленной установки, основанный на совместном использовании мембранного способа очистки воды и озонирования в присутствии катализатора.

#### **Примечание**

1. Экология в РБ. Интервью Веселов А., декабрь 2012 г.: [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://snusnnur.homegate.ru/post/22096>.
2. Экологическая катастрофа на двух водоемах Башкирии: [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://ufa-filter.ru/n25852-ekologicheskay>.
3. Проблема загрязнения подземных вод нефтепродуктами продолжает оставаться актуальной для Башкирии. – Режим доступа: <http://top-r.ru/news/21621.html>.
4. Журнал «Рециклинг отходов»: [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://wasterecycling.ru/>.

### **ПОЛУПРОМЫШЛЕННАЯ УСТАНОВКА ДЛЯ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД С ХИМИЧЕСКИ ЗАГРЯЗНЕННЫХ ТЕРРИТОРИЙ**

*Баландина А. Г., аспирант; Шундеева Е. В., студент; Хангильдин Р. И., доцент; Мартяшева В. А., доцент, Уфимский государственный нефтяной технический университет, г. Уфа*

*Аннотация. Предлагается технологическая схема и полупромышленная установка для очистки трудноокисляемых стоков с химически загрязненных территорий, полигонов промышленных отходов, полигонов ТБО и свалок.*

### **SEMIINDUSTRIAL UNIT FOR PURIFYING OF WASTEWATER FROM CHEMICALLY POLLUTED TERRITORIES**

*Balandina A. G., postgraduate; Shundeeva E. V., undergraduate; Hangil'din R. I., Associate professor; Martjasheva V.A., Associate professor, Ufa State Oil Technical University, Ufa*

*Abstarct. Deals with a flowsheet and a semiindustrial unit for purification of oxidation-resistant flows taken from chemically polluted territories, industrial landfills and sanitary fills.*

Химически загрязненными территориями являются практически все территории, на которых применяются химические технологии (территории НПЗ, химических заводов, полигонов промышленных отходов, полигонов ТБО, свалок и т. д.). Существующая в Республике Башкортостан система обращения с отходами промышленных предприятий и ТБО основана преимущественно на захоронении их на свалках или полигонах ТБО (более 97%). На территории республики действует около 3000 свалок, занимающих общую площадь более 2000 гектаров земли. Основная часть свалок ТБО (более 80%) не соответствует требованиям природоохранного законодательства (нет документов о земельном отводе, отсутствуют основные природоохранные сооружения, системы сбора и утилизации фильтрата, не организован мониторинг окружающей среды и др.) [1]. При этом накопление отходов наносит огромный экологический, экономический и социальный ущерб.

Одним из путей предотвращения такого ущерба является очистка фильтрата полигонов и свалок. Поэтому возникает необходимость в разработке совершенной и эффективной технологии очистки стоков и отработки этой технологии на полупромышленной установке. В связи с этим предлагаемая мембранная технология очистки стоков и разработка полупромышленной установки для очистки трудноокисляемых сточных вод, являются актуальными и перспективными в решении проблемы охраны окружающей среды.

Ранее авторами проведены эксперименты с трудноокисляемыми сточными водами на лабораторной установке, оснащенной керамической мембраной площадью фильтрации 0,14 м<sup>3</sup>. В качестве исследуемой среды взяты дренажные воды Уфимского полигона твердых промышленных и бытовых отходов. Для очистки стоков использован мембранный блок с керамическими мембранами в присутствии катализаторов и окислителей. Выбор данной водной среды для проведения лабораторных исследований обусловлен актуальностью проблемы очистки фильтратов и тем, что эти сточные воды достаточно трудно окисляемы и требуют поиска путей по интенсификации их окисления. В роли окислителей использовали кислород и озono-кислородную смесь.

Получен высокий эффект очистки дренажных вод с применением гомогенных катализаторов (железного купороса и хлорида марганца) [2]. Данные, полученные в ходе лабораторных экспериментов, планируется использовать в дальнейших испытаниях на полупромышленной установке, характеристики которой представлены в *таблице 1*.

*Таблица 1*

*Основные характеристики полупромышленной установки.*

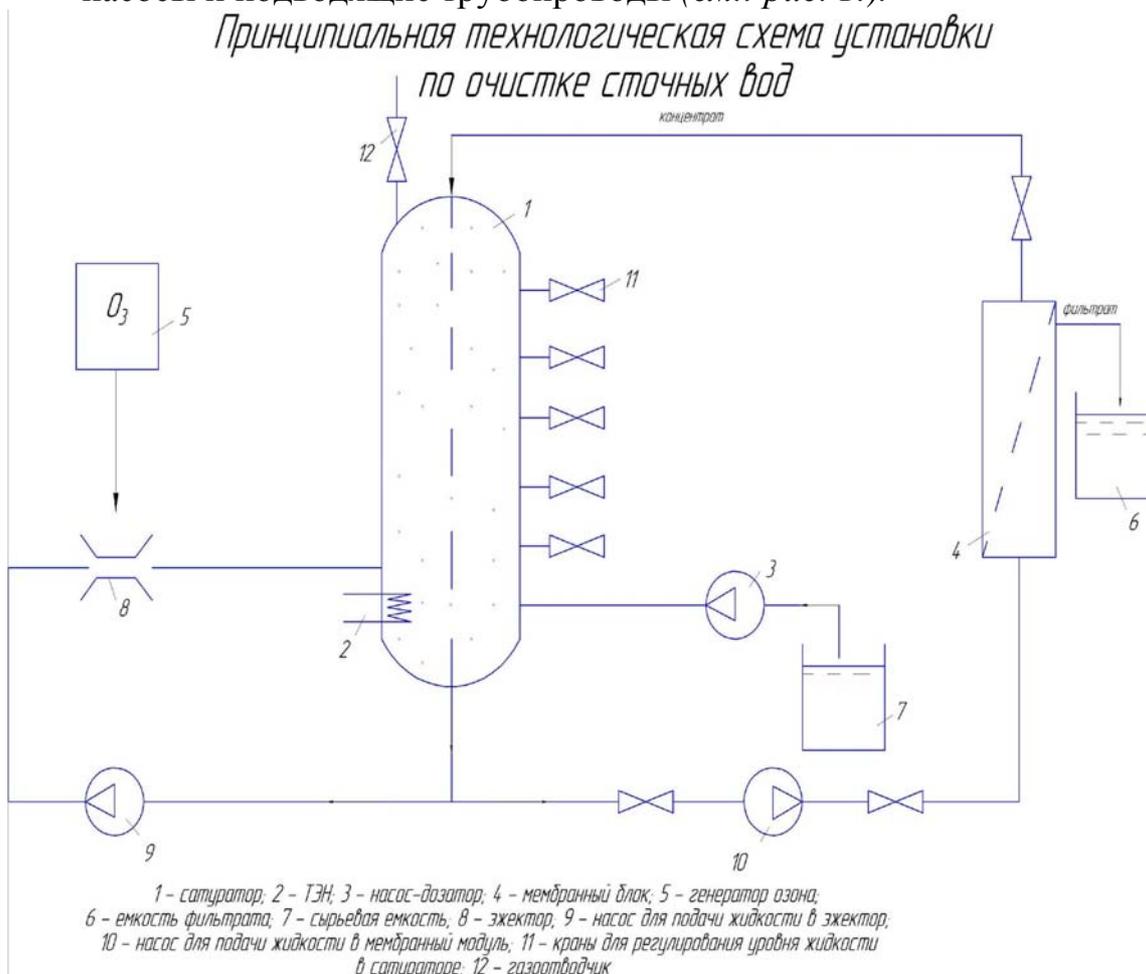
Исходные данные	Значение
Размеры установки в плане, м: длина x ширина x высота	4x5x2,3
Рабочий объем установки	2 м <sup>3</sup>
Расход сточной воды	1 м <sup>3</sup> /ч

К основному оборудованию полупромышленной установки относятся:

– сатуратор – емкость высотой 2003 мм, диаметром 700 мм, служащая для насыщения сточной жидкости озono-кислородной смесью со следующими

параметрами среды: расчетное давление 0,6 МПа, расчетная температура от 5°C до 35 °C;

- эжектор, предназначенный для подачи озono-кислородной смеси в сатуратор;
- мембранный аппарат с вращающимися мембранами;
- плоскорамный мембранный аппарат;
- генератор озона;
- насосы и подводящие трубопроводы (см.: рис. 1.).



*Рис. 1.* Принципиальная технологическая схема установки по очистке сточных вод.

Мембранный аппарат с вращающимися мембранами и плоскорамный мембранный аппарат предназначены для очистки жидкостей от твердых взвесей и растворенных органических веществ.

Основные технические характеристики: количество обрабатываемой жидкости внутри фильтрующего устройства – 10,6 л, производительность по фильтрату –  $2,8 \times 10^{-4}$  м<sup>3</sup>/с, давление жидкости на входе в аппарат –  $4 \times 10^5$  Па, температура жидкости на входе от 5°C до 35°C, потребляемая мощность электродвигателя у мембранного аппарата с вращающимися мембранами – 2,2 кВт. Принцип работы установки заключается в следующем. Вода на очистку подается из сырьевой емкости для исследуемых сточных вод. Сточная жидкость с помощью насоса-дозатора подается в сатуратор до определенного

уровня и давления; после этого в сатуратор подается с помощью эжектора озono-кислородная смесь. Озоно-кислородная смесь вырабатывается в генераторе озона, который подключен к эжектору. Полученная в сатураторе реакционная смесь с помощью насоса подается в мембранный аппарат, который является реактором окисления.

Время контакта реакционной смеси может меняться в процессе исследований путем изменения уровня жидкости в сатураторе. Температура реакционной смеси поддерживается на необходимом уровне с помощью трубчатого электронагревателя, помещенного в сатуратор. С помощью насоса-дозатора имеется возможность подавать растворенные катализаторы.

Отработанные газы отводятся в верхней части сатуратора через газоотводчик. Особенностью данной установки в отличие от ранее используемой авторами лабораторной установки является большая производительность (расход сточной воды 1 м<sup>3</sup>/ч).

Цель исследований – отработка параметров работы установки и мембранных аппаратов в условиях, максимально близких к производственным.

*Выводы:* Разработанная полупромышленная установка может применяться для очистки дренажных вод химически загрязненных территорий, полигонов промышленных отходов, полигонов ТБО, свалок в различных районах России. Внедрение высокоэффективной технологии очистки трудноокисляемых сточных вод с применением мембранных блоков позволит значительно снизить экологическую напряженность в районах нахождения свалок, полигонов промышленных отходов и химически загрязненных территорий за счет предотвращения попадания загрязнений в поверхностные и подземные источники водоснабжения.

#### ***Примечание***

1. Республиканская целевая программа «Экология и природные ресурсы Республики Башкортостан (на 2004 – 2010 годы и период до 2015 года)»: утв. указом Президента РБ от 18.02.2004 № УП-103 // СПС Консультант Плюс. Версия от 01.06.2011.

2. Хангильдин, Р. И. Шарафутдинова, Г. М., Мартяшева, В. А. и др. Оценка эффективности применения гомогенных катализаторов в процессах очистки сточных вод // Вода: химия и экология. Всерос. научно-практический журнал. – 2011. – № 10. – С. 20-28.

## **РАЗРАБОТКА НОРМАТИВОВ СБРОСА БИОГЕННЫХ ВЕЩЕСТВ С УЧЕТОМ ПРИРОДНЫХ ОСОБЕННОСТЕЙ ВОДОХРАНИЛИЩ**

*Беспалова К. В., аспирант, Тольяттинский государственный университет, г.  
Тольятти*

*Аннотация. По данным многолетних наблюдений на Саратовском водохранилище рассчитаны бассейновые допустимые концентрации для биогенных веществ. Полученные нормативы качества воды учитывают природные особенности водохранилища и предлагаются для использования в качестве критериев нормирования сброса биогенных веществ в водоем.*

# STANDARD DEVELOPMENT FOR BIOGENIC MATTERS DUMPING WITH ACCOUNT FOR NATURAL CHARACTERISTICS OF WATER RESERVOIRS

*Bespalova K. V., postgraduate, Tol'jatti State University, Tol'jatti*

*Abstract. According to long-term observations of Saratov water reservoir basin permissible concentration for biogenic matters are calculated. Obtained standards of water quality account natural characteristics of the reservoir and are suggested as criteria for rating of biogenic matters dumping into the reservoir.*

Одна из причин экологического неблагополучия водохранилищ – это несовершенство методики расчета нормативов допустимого сброса (ПДС) загрязняющих веществ в водные объекты. В настоящее время в качестве критериев при нормировании сброса биогенных веществ в водные объекты используются предельно допустимые концентрации (ПДК) [1, 2] которые зависят только от вида водопользования. Для решения данной проблемы предлагается при нормировании сброса биогенных веществ вместо ПДК, установленных на основе лабораторных экспериментов, использовать бассейновые допустимые концентрации (БДК), полученные по данным мониторинга водных объектов и учитывающие природные особенности формирования качества вод на конкретной территории водосбора.

Бассейновые допустимые концентрации (БДК<sub>ij</sub>) рассчитываются для определенного вещества в конкретный гидрологический сезон по формуле:

$$\text{БДК}_{ij} = (C_{ij} + \sigma_{ij} \cdot t_{St} / n^{1/2}) - \Delta c_{ij}, \quad (1)$$

где  $C_{ij}$  – средняя концентрация  $i$ -го вещества в фоновом створе  $j$ -го экологического сезона;  $t_{St}$  – коэффициент Стьюдента;  $n$  – число данных;  $\sigma_i$  – среднеквадратичное отклонение,  $\Delta c_{ij}$  – антропогенная составляющая концентрации  $i$ -го вещества в  $j$ -ый экологический сезон определяется по формуле:

$$\Delta c_{ij} = M_{СВij} / Q_{ij}, \quad (2)$$

где  $M_{ij}$  – масса  $i$ -го вещества, поступающая в  $j$ -й экологический сезон в водохранилище в составе сточных вод;  $Q_{ij}$  – сезонный сток водохранилища. Для водных объектов с незначительной антропогенной нагрузкой  $\Delta c_{ij}$  приравнивается к нулю.

В качестве объекта для разработки БДК выбрано Саратовское водохранилище, на котором осуществляются систематические наблюдения по гидрологическим и гидрохимическим показателям на стационарном пункте наблюдений в районе г. Тольятти. Исходными данными для расчета БДК послужили данные наблюдений за 2006-2010 гг. На основе совместного анализа данных за расходами и температурой воды выделены экологические сезоны: зима (декабрь, январь, февраль и март); лето (июль и август); осень (сентябрь, октябрь и ноябрь) и весна (апрель, май, июнь).

Рассчитанные по экологическим сезонам значения БДК меньше рыбохозяйственных ПДК по нитратам, фосфатам и аммонии (см.: табл. 1).

Таблица 1

*Сравнение значений БДК и ПДК.*

Показатели	БДК по экологическим сезонам				ПДК
	лето	осень	зима	весна	
Нитраты, мгN/дм <sup>3</sup>	0,58	0,34	0,79	1,01	9,1
Фосфаты, мгP/дм <sup>3</sup>	0,043	0,097	0,083	0,053	0,2
Нитриты, мгN/дм <sup>3</sup>	0,050	0,019	0,043	0,023	0,02
Аммоний, мгN/дм <sup>3</sup>	0,214	0,139	0,136	0,197	0,39

В настоящее время расчет норматива допустимого сброса (НДС) загрязняющих веществ в водные объекты осуществляется по формуле [3]:

$$НДС_i = q * C_{ндсi} , \quad (3)$$

где q - расчетный расход сточных вод; C<sub>ндсi</sub> – допустимая концентрация i-го вещества, которая может быть допущена в сточных водах.

Величина C<sub>ндсi</sub> определяется следующим образом:

$$C_{ндсi} = N * (ПДК_i - C_{фонi}) + C_{фонi} , \quad (4)$$

где N – кратность общего разбавления сточных вод в водном объекте; ПДК<sub>i</sub> – предельно допустимая концентрация i-го вещества; C<sub>фонi</sub> – фоновая концентрация i-го вещества [4].

Для улучшения экологического состояния водохранилищ и ограничения массового развития сине-зеленных водорослей целесообразно в формуле (4) заменить ПДК<sub>i</sub> на БДК<sub>i</sub>, а C<sub>фонi</sub> на C<sub>i</sub> [5]. Целесообразность подобной замены обусловлена тем, что негативное влияние нитратов и фосфатов на экологическое состояние и качество вод начинается сказываться при более низких концентрациях, чем рыбохозяйственные ПДК. Данная замена позволит при нормировании сброса биогенных веществ учесть региональные особенности формирования качества вод водохранилищ и ограничить сброс азотных и фосфорных веществ в водохранилища.

В качестве примера был выполнен сравнительный расчет C<sub>ндсi</sub> по действующей методике с учетом и без учета аддитивного действия веществ (см.: табл. 2) и по скорректированной методике с учетом БДК (см.: табл. 3) применительно к выпуску № 2 сточных вод г. Тольятти, поступающих в Саратовское водохранилище.

Таблица 2

*Нормативы допустимого сброса по действующей методике.*

Вещества	с учетом аддитивного действия веществ		без учета аддитивного действия веществ	
	C <sub>ндс</sub> , мг/л	Допустимый сброс, г/час	C <sub>ндс</sub> , мг/л	Допустимый сброс, г/час
Нитраты, мгN/дм <sup>3</sup>	5,08	38 816	101,4	138 302
Фосфаты, мгP/дм <sup>3</sup>	1,56	11 920	1,56	11 920
Нитриты, мгN/дм <sup>3</sup>	0,002	15	0,051	390
Аммоний, мгN/дм <sup>3</sup>	0,040	306	3,10	23 687

Сточные воды г. Тольятти сильно загрязнены фосфатами и нитратами в течение всего календарного года. Выпуск № 2 – это объединенные сточные воды Комсомольского и Центрального районов г. Тольятти, включающие:

– хозяйственно-бытовые и промышленные сточные воды Комсомольского района после биологических очистных сооружений ОАО «Тольяттиазот»;

– хозяйственно-бытовые и промышленные сточные воды Центрального района после биологических очистных сооружений ООО «Тольяттикаучук» (30%);

– неочищенные ливневые и промышленные сточные воды Центрального района.

– максимальный часовой расход сточной воды на выпуске № 2 составляет 7 641 м<sup>3</sup>/час.

Таблица 3

*Нормативы допустимого сброса по скорректированной методике.*

Вещества	С <sub>ндс</sub> , мг/л	Допустимый сброс, г/час	
		зима	весна
Нитраты	0,79	6036	7717
Фосфаты	0,083	634	405
Нитриты	0,043	329	176
Аммоний	0,136	1039	1505
		лето	
Нитраты	0,58	4432	2598
Фосфаты	0,043	329	741
Нитриты	0,050	382	145
Аммоний	0,214	1632	1062

Из таблицы 2 видно, что «мягкое» нормирование фосфатов и нитратов по действующей методике без учета аддитивного действия веществ вызывает обоснованную тревогу. Но даже с учетом аддитивного действия допустимая концентрация в сточных водах (С<sub>ндс</sub>) получается слишком высокой. Поэтому совершенно недопустимо в рамках действующей методики отказываться от учета аддитивного действия веществ. Таким образом, при нормировании по этой методике водопользователям разрешается практически неограниченно сбрасывать фосфаты и нитраты в водохранилища, что активизирует процессы антропогенного эвтрофирования и ухудшает качество воды.

Внедрение БДК и применение скорректированной методики расчета НДС позволит ограничить поступление биогенных веществ и составить научно обоснованную долгосрочную программу поэтапного снижения биогенной нагрузки на водохранилища. С целью охраны водных объектов необходимо внести коррективы в действующую методику по разработке НДС касательно биогенных веществ, чтобы учитывать природные особенности водных объектов при нормировании сброса сточных вод.

*Примечание*

1. Перечень рыбохозяйственных нормативов: предельно допустимых концентраций (ПДК) и ориентировочно безопасных уровней воздействия (ОБУВ) вредных веществ для воды водных объектов, имеющих рыбохозяйственное значение. – М.: ВНИРО, 1999. – 304 с.
2. Правила охраны поверхностных вод (типовое положение). – М., 1991. – 300 с.
3. Методика расчета нормативов допустимых сбросов веществ и микроорганизмов в водные объекты для водопользователей: утв. приказом от 17.12.2007 № 333.
4. РД 52.24.622-2001 Методические указания Проведение расчетов фоновых концентраций химических веществ в воде водотоков». – Л.: Гидрометеиздат, 2002.
5. Селезнева, А. В. Экологическое нормирование антропогенной нагрузки на водные объекты. – Самара, 2007. – 107 с.

## **ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ ОЗЕРА КУРЛАДЫ ЧЕЛЯБИНСКОЙ ОБЛАСТИ**

*Богданова О. Г., к.б.н., доцент, Челябинский государственный педагогический университет, г. Челябинск*

*Аннотация. В статье представлены результаты исследований по состоянию озера Курлады Челябинской области за период 2010-2012 гг. Воды озера подвержены влиянию антропогенного фактора, что приводит к изменению его гидрохимического режима. Озеро Курлады содержит медь, никель и кобальт с превышением 2 ПДК, цинка – 17 ПДК.*

## **ECOLOGICAL STATE OF LAKE KURLADY IN CHELYABINSK REGION**

*Bogdanova O. G., PhD (Biological Sciences), Associate professor, Cheljabinsk State Pedagogical University, Cheljabinsk*

*Abstract. The paper presents the test results of lake Kurlady in Cheljabinsk region over a period of 2010-2012. The lake water are subjected to anthropogenic factor influence and hydrochemical rate changings are resulted. Lake Kurlady contains copper, nickel, cobalt with exceeding of 2 PDC, zink – 17 PDC.*

Челябинская область богата озёрами. Расположены они в разных природных зонах и крайне неравномерно. В лесостепной зоне, в провинции озёр Западной Сибири расположено озеро Курлады. Для таких озёр характерно близкое расположение к поверхности солёных подземных вод, дренирующие третичные морские отложения [5]. Водосборная площадь представлена солончаками обыкновенными (смешанными), в которых преобладают соли натрия. Летом в прибрежной полосе образуется белый налёт солей. Породы, слагающие ложе озера представлены миаскитами и щелочными сиенитами палеогенового отложения, неподалеку проходит угленосная свита. Такой химический состав подстилающих пород отразился на гидрохимическом режиме озера.

Озеро подвергается усиленному воздействию техногенного фактора. В озеро Курлады производится сброс хозяйственно-бытовых стоков города

Копейска, что приводит к изменению состава озёрных вод; состав вод приобрёл природно-техногенный характер. Исследования гидрохимического режима озера Курлады проводились в 2010-2012 гг. В полевых условиях осуществляли замеры глубин озера по методам Б. Б. Богословского [2]. Отбор проб воды для химического анализа производился батометром Молчанова ГР-18 [3].

Химико-аналитические работы проводились в стационарных условиях согласно общепринятым методикам в лаборатории «Центр химизации и сельскохозяйственной радиологии «Челябинский»». Для обобщенной оценки качества вод использован индекс загрязнения воды (ИЗВ), который рассчитывался в соответствии с методическими рекомендациями Роскомгидромета [4]. По классификации П. В. Иванова [6], озеро Курлады является средним (см.: табл. 1). Южные и восточные берега пологие, западные и северные возвышенные. Большая часть озера покрыта зарослями камыша. Дно илистое. Озеро входит в бассейн реки Тобола, является бессточным водоёмом, испарительно-дождевого типа (по: Богословский, 1974). Вода озера Курлады желто-коричневого цвета, с запахом сероводорода. Прозрачность воды по диску Секки составляет 2 м. По классификации ионного состава вод, по О. А. Алёкину (1970), озеро Курлады относится к хлоридному III типу группы натрия. Общая минерализация воды в 2010-2012 гг. составляла 5,2 г/л. (см.: рис. 1).

Таблица 1

Морфометрические параметры озера Курлады

Параметр	Значение
S зеркала, км <sup>2</sup>	46,5
H <sub>сред.</sub> , М	3,5
Коэффициент развития береговой линии	1,33
Коэффициент относительной глубины	0,97
Коэффициент открытости	13,28

Минерализация и солевой состав озёрных вод, с одной стороны, зависят от техногенных воздействий, а с другой стороны, влияют на интенсивность процессов самоочищения водоемов от нефтепродуктов, тяжелых металлов.

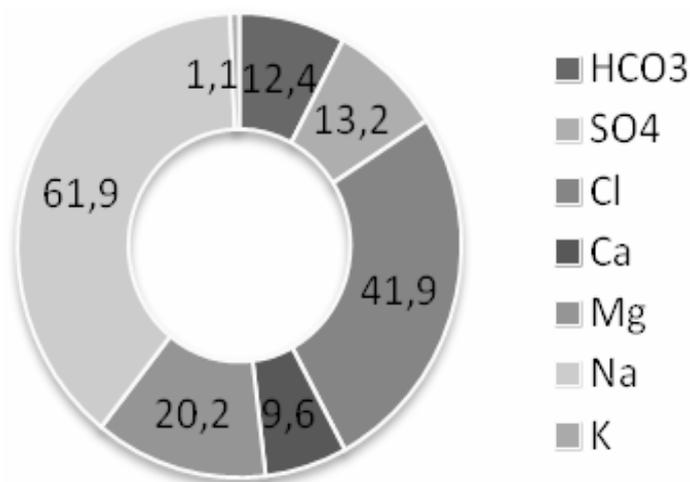


Рис. 1. Соотношение основных ионов в оз. Курлады, мг\*экв./л, 2010-2012 гг.

Значение рН в воде озера Курлады укладывается в рамки экологических нормативов (6,5-8,5) и составляет 8,05 (слабо щелочные). Наличие кислорода в воде тесно связано с процессами фотосинтеза и разложения органического вещества, а его режим отражает динамику водных масс и условия их обмена в озере. Обогащение воды кислородом происходит в результате прямой абсорбции из атмосферы, поступления обогащенного кислородом атмосферных осадков, а также вследствие фотосинтеза водных растений. Кислород, растворённый в воде, расходуется на окисление многочисленных органических и неорганических веществ (соединений азота, фосфора, железа, марганца и др.), на дыхание водной биоты [1]. Поступление сточных вод существенно снижает содержание растворенного кислорода в воде. В холодный период года, когда озеро покрыто льдом (декабрь-апрель), в их питании преобладают грунтовые воды, содержание кислорода минимально. В озере Курлады его содержание в зимний период в среднем составляло 9,8 мгО/л.

Степень загрязнения воды органическими соединениями определяют как количество кислорода, необходимое для их окисления микроорганизмами в аэробных условиях и характеризуется показателем биологического потребления кислорода в течение 5 суток. БПК<sub>5</sub> в оз. Курлады в зимний период в среднем составляло 3,7 мгО/л и характеризовало водоём как «загрязненный». Биогенные соединения (азота, фосфора) регулируют развитие водных растений и являются одним из главных факторов биологической продуктивности водоёма. Биогены поступают с атмосферными осадками, из залитых в период паводка почв и пород, из донных отложений. Большую роль в поступлении биогенных соединений в водоём играет хозяйственная деятельность человека [8]. Увеличение содержания их в воде может привести к эвтрофизированию водоёма, снижению качества воды. Концентрация биогенных соединений в озерах значительно колеблется по сезонам, достигая максимальных значений зимой, когда процесс фотосинтеза почти отсутствует, а минерализация органических остатков в иловых отложениях водоёмов продолжается [7].

Содержание ионов аммония в зимний период в озере Курлады превышало значения ПДК<sub>в.р.</sub> в 3 раза (его количество составляло 2,5 мгN/л, при ПДК 0,5 мгN/л). Было отмечено высокое содержание фосфора общего 2,6-5,3 мг/л, что является результатом загрязнения вод недостаточно очищенными хозяйственно-бытовыми сточными водами (см.: рис. 2). Увеличение содержания фосфора в воде приводит к изменению трофического статуса водоёма, сопровождающегося перестройкой всего водного сообщества и ведущего к преобладанию гнилостных процессов и, соответственно, возрастанию мутности, солёности, концентрации бактерий [4].

Для озера Курлады характерно повышенное содержание марганца в водной среде, что связано с природным геохимическим фоном. Превышение значения ПДК<sub>в.р.</sub> в озере по содержанию цинка в среднем составляло 17 раз, меди, кобальта и никеля – 2 раза (см.: рис. 3). Таким образом, на основании проведенных исследований можно утверждать, что озеро Курлады подвержено загрязнению тяжёлыми металлами, вследствие сброса недостаточно очищенных сточных вод.

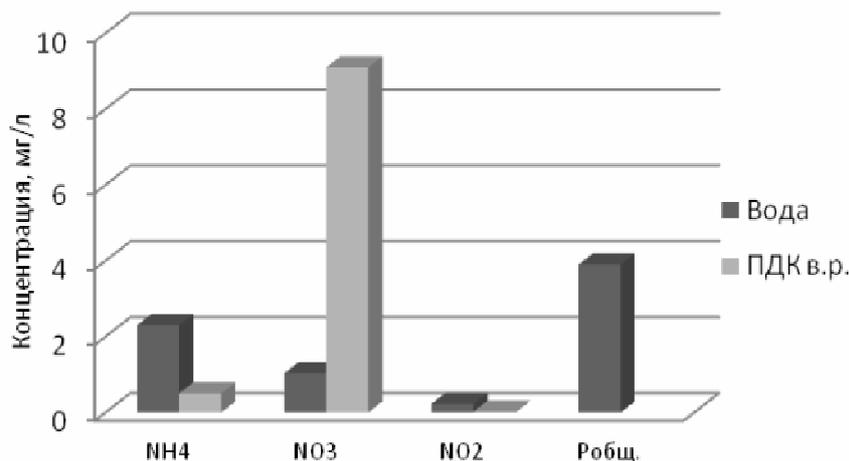


Рис. 2. Содержание биогенных соединений в воде оз. Курлады, мг/л, 2010-2012 гг.

Содержание нефтепродуктов превышает значение ПДК<sub>в.р.</sub> в озере Курлады в 1,4 раза (ПДК<sub>в.р.</sub> 0,05 мг/л), СПАВ – в 2 раза (ПДК<sub>в.р.</sub> 0,1 мг/л). Высокое количество СПАВ обусловлено сбросом хозяйственно-бытовых сточных вод. Нефтепродукты попадают в озеро с поверхностным плоскостным стоком с асфальтированных автомобильных дорог, в меньшей степени – с других моторизованных средств (снегоходов, водных мотоциклов).

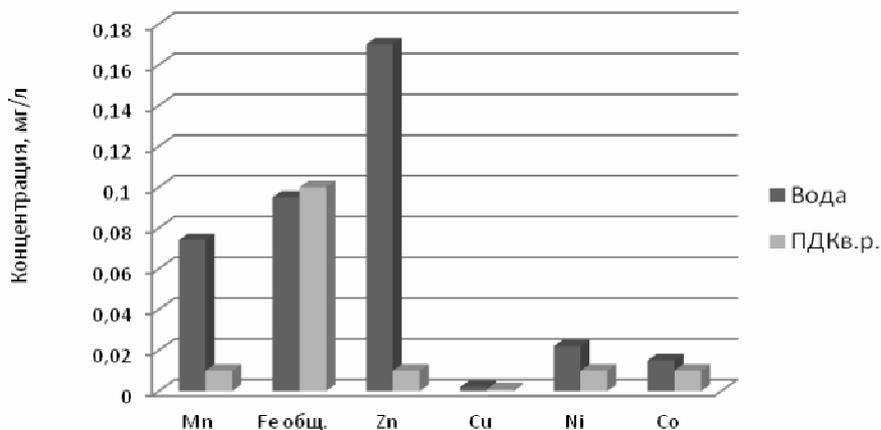


Рис. 3. Концентрация тяжёлых металлов в поверхностных водах оз. Курлады, 2010-2012 гг.

Озеро Курлады относится к эвтрофному типу озер, является приёмником хозяйственно-бытовых сточных вод г. Копейска. По индексу загрязнения воды озеро характеризуется как «грязное» – 5 класс качества (ИЗВ равен 5,0).

#### Примечание

1. Бабушкин, А. Г. Гидрохимический мониторинг поверхностных вод Ханты-Мансийского автономного округа Югры / А. Г. Бабушкин, Д. В. Московченко, С. В. Пикунов. – Новосибирск: Наука, 2007. – 141 с.
2. Богословский, Б. Б. Основы гидрологии суши (реки, озера, водохранилища). – Минск: БГУ, 1974. – 214 с.

3. ГОСТ Р 51592-2000. Вода. Общие требования к отбору проб. – М.: Изд-во стандартов, 2000. – 62 с.
4. Гусева, Т. В. Гидрохимические показатели состояния окружающей среды: Справочные материалы / Т. В. Гусева, Я. П. Молчанова, Е. А. Заика, Э. И. Бабкина, В. А. Сурин, С. Г. Иванов. – М.: Эколайн, 2000. – 62 с.
5. Захаров, С. Г. Озера Челябинской области. – Челябинск: АБРИС, 2010. – 128 с.
6. Иванов, П. В. Классификация озер мира по их величине и по средней глубине // Научный бюллетень ЛГУ. – 1948. – № 21. – С. 29-36.
7. Лёзин, В. А. Озера Среднего Приобья (комплексная характеристика) / В. А. Лёзин, Л. А. Тюлькова. – Тюмень: ТГУ, 1994. – 275 с.
8. Экология озера Тургойк / В. А. Ткачева, А. Г. Рогозина. – Миасс: ИГЗ УрО РАН, 1998. – 154 с.

## **ВЫБОР РАСЧЕТНЫХ КОНТУРОВ ПРИ УВЯЗКЕ СЕТЕЙ**

*Большакова Т. В., к.т.н., доцент; Зотина Е. М., Кислицын К. С., студенты, ТюмГАСУ, г. Тюмень*

*Аннотация. Исследовались варианты разбивки водопроводных сетей на контуры. Установлено, что в точке подключения длины участков для сетей с большим количеством колец можно принять менее рекомендуемых, что позволит сэкономить на капитальных затратах за счет уменьшения диаметров трубопроводов, а в конечных участках можно производить укрупнение колец, назначая длину участка с учетом требований СНиП.*

## **THE CHOICE OF RATED OUTLINES IN BALANCING**

*Bol'shakova T. V., PhD (Technical Sciences), Associate professor; Zotina E. M., Kislicyn K. S., undergraduates, TSUACE, Tyumen*

*Abstract. Explored are the options of water-supply networks fractionation. It is established that at the draw-off point of reaches for networks with greater rings number to accept less recommended ones is possible. It cuts capital expenditure due to passing-pipe size reduction and rings can be enlarged at tail ends, fixing reaches according to Building Regulations.*

Водопроводные кольцевые сети необходимо увязывать, то есть производить многократное введение поправочных расходов в элементарные кольца или группы колец. Процесс наиболее трудоемкий в расчете сетей, даже при увязке сети с помощью специальных программ занимает достаточно много времени, так как необходимо произвести подготовительные работы: определить путевые и узловые расходы, выполнить первоначальное распределение расходов и подобрать диаметры каждого участка сети. Согласно [1], расчету подвергаются только магистральные сети, диаметры распределительных сетей принимаются конструктивно, минимальный диаметр назначается в зависимости от размера объекта (населенного пункта).

Задача данной работы – попробовать выяснить, насколько детально нужно производить расчеты, до какой степени можно укрупнять кольца, как при этом изменятся потери напора в целом по сети, так конечной целью расчета водопроводных сетей является определение диаметров и вычисление потерь напора в водопроводных линиях для нахождения напоров насосов насосной станции второго подъема и высоты водонапорной башни, если таковая имеется.

В магистральных сетях, объединенных с противопожарным водопроводом, расстояние между магистралями можно определить путем подбора, учитывая при этом, что эти расстояния тесно связаны с диаметрами труб, с расходами воды в них и потерями напора. Если на сетях устанавливаются пожарные гидранты, то максимальная длина участка принимается с учетом радиуса действия пожарного гидранта.

Согласно нормативам, расстояние между магистралями не рекомендуется принимать более 400-800 м, так как это может привести к удорожанию сети за счет увеличения диаметра [2].

Для реально проектируемой сети проектировщики зачастую рассчитывают всю сеть, не выделяя ни магистральных участков, ни распределительной сети. Длина участка может быть от 50 м и менее. Оправдана ли такая детализация расчетов мы попытались выяснить в нашей работе.

Для примера была взята схема сети, рассчитываемая на час максимального водопотребления для микрорайона с числом жителей около 50 тысяч человек. Сеть разбили на участки длиной от 600 до 800 м в соответствии с рекомендациями, приводимыми в литературе. В результате получили 4-х кольцевую сеть, состоящую из 12 участков. Расчетный секундный расход 240 л/с. Диаметры начальных участков по расчету получились от 400 до 200 мм, конечные принимали конструктивно диаметром 150мм. Скорости старались выдержать не более 1 м/с, учитывая, что при пожаре будет увеличение расхода и скорости соответственно. Суммарные потери напора в сети от точки подключения водопитателя до критической (наиболее удаленной) точки составили 14 м. На втором этапе попытались выполнить увязку только контура сети (диаметры подобраны ранее), получив сеть, состоящую из одного только кольца, число участков такой сети равно числу участков по контуру – 8. Потери напора до критической точки составили около 17 м. Но если сравнивать расходы с предыдущей схемой распределения, то они отличаются весьма существенно, на некоторых конечных участках в 1,5 раза, то есть действительной картины распределения расходов мы не получили. Данные расчеты позволяют сделать вывод, что увязывать сеть только по контуру неправильно.

На третьем этапе 4-х кольцевую сеть попытались детализировать, разбив каждое кольцо еще на 4 кольца, получив, таким образом, 16-ти кольцевую сеть, состоящую из 40 участков. Диаметры оставили такими же, как и в 4-х кольцевой сети. Потери напора по сети составили при этом 6 м. То есть за счет увеличения длин линий и капитальных затрат соответственно потери напора снизились вдвое. Скорости при этом на многих участках были весьма занижены, то есть диаметры неоправданно завышены.

На 5-ом этапе диаметры изменяли в соответствии с принятыми экономичными скоростями (около 1 м). В результате получили на начальных участках диаметры от 400 до 200 мм, как и в первом варианте, на конечных участках – 150 мм. Потери напора составили 12,5 м.

Аналогичные расчеты провели для реальной сети одного из новых микрорайонов города Тюмени. Изначально расчету подвергалась сеть, состоящая из 49 колец, 131 участка (минимальная длина участка 50 м и максимальная – 625). Потери напора по контуру сети (принимаемые при определении напора насосов) составили 16 м. Затем произвели укрупнение колец: та же самая сеть представлена была 20 кольцами и 53-мя участками. Потери напора по контуру составили – 15,5 м. Наконец, всю сеть представили в виде 6-и колец и 20 участков. В этом случае потери напора равны 15,3 м.

Таким образом, можно сделать следующий вывод: для сетей с большим количеством колец в месте подключения длины участков можно принять менее рекомендуемых, что позволит сэкономить на капитальных затратах за счет уменьшения диаметров трубопроводов; а в конечных участках, где расходы малы и диаметр назначается чаще всего конструктивно, можно выполнять укрупнение колец, назначая длину участка, рекомендуемую СНиП.

#### **Примечание**

1. Абрамов, Н. Н. Водоснабжение: Учебник. 3-е изд. – М.: Стройиздат, 1982. – 440 с.
2. Сироткин, В. П. Схемы и расчет водоводов и водопроводных сетей. – М.: Изд-во Минкоммунхозяйства РСФСР, 1963. – 247 с.

### **МОНТАЖ РЕГУЛЯТОРОВ ДАВЛЕНИЯ НА СЕТИ ВОДОПРОВОДА Г. ТЮМЕНИ НА ОСНОВЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ГИДРАВЛИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ**

*Бычков Д. А., начальник отдела оптимизации режимов сетей и сооружений  
ООО «Тюмень Водоканал», г. Тюмень*

*Аннотация. Избыточные давления на водопроводной сети – один из основных факторов повышенной аварийности. Для обеспечения надежности работы системы водоснабжения ООО «Тюмень Водоканал» в 2011 году были разработаны и осуществлены мероприятия по снижению давления. На основе комбинации расчетных данных и фактических замеров расходов произведен выбор места расположения и подбор диаметров регуляторов на сетях водопровода. При помощи ГИС «Zulu 7.0» произведено моделирование режимов работы водопроводной сети до и после установки регуляторов давления. Экономический эффект от установки регуляторов давления составляет 1,61 млн. руб/год.*

### **PRESSURE REGULATORS INSTALLING ON TYUMEN WATER-SUPPLY NETWORKS BASED ON HYDRAULIC MODELING RESULTS**

*Bychkov D. A., the Head of networks and structures rates optimization department,  
LLC «Tjumen'-Vodokanal», Tyumen*

*Abstract. Excessive pressure in water-supply network is one of the main factors of high accident rate. To provide reliability for operation of water-supply network LLC «Tjumen'-Vodokanal» pressure-reduction measures were developed and realized in 2011. On the basis of design data and real expenditures value combinations the choice of site and pressure regulators calibers selection were realized. With the usage of GIS «Zulu 7.0» the modeling of operational rates of water-supply network before and after pressure regulators installing were performed. The saving rate of this installation is 1,61 mln. rub. annually.*

Водоснабжение является одним из основных элементов системы жизнеобеспечения современного города. Водопроводные сети и сооружения работают 24 часа в сутки на протяжении 365 дней в году, обеспечивая население доброкачественной питьевой водой. Каждая остановка системы рассматривается как чрезвычайное происшествие. При таких условиях одной из важнейших эксплуатационных характеристик системы водопровода становится надежность функционирования. На уровне водозаборных сооружений данная задача решается с помощью резервирования оборудования. Для повышения надежности работы системы подачи и распределения воды, в условиях значительной изношенности имеющихся подземных коммуникаций, становится нужным осуществление мероприятий по снижению аварийности на сетях. Одним из основных факторов повышенной аварийности является поддержание избыточного давления в трубопроводах. По результатам исследований зарубежных водоснабжающих компаний установлено, что при снижении напора на 1 атм. количество аварий на разводящей сети уменьшается в среднем на 14% (по данным IWA).

В связи с особенностями рельефа, высотой жилой застройки и необходимостью обеспечивать нормативное давление в диктующих точках, в отдельных районах возникает значительное избыточное давление. Для повышения надежности работы системы водопровода «Тюмень-Водоканала» в 2011 г. были разработаны и осуществлены мероприятия по снижению давления. Для анализа состояния водопроводной сети с помощью детализированной гидравлической модели системы водоснабжения г. Тюмени была построена карта давлений на сети водопровода (см.: рис. 1). Сначала рассматривались 14 районов города, в которых имелась теоретическая возможность снижения напора. Критериями выбора являлись наличие избыточного давления, этажность застройки, ограниченное количество вводов водопровода, возможность установки регуляторов без строительства новых камер.

В выбранных районах были обследованы водопроводные колодцы на вводных трубопроводах, составлены чертежи с указанием габаритов, оценена техническая возможность установки, подготовлены монтажные схемы. Для подбора диаметра регуляторов давления произведен сбор расходов на основании данных дирекции по сбыту, выполнены контрольные замеры

переносным ультразвуковым расходомером «Controlotron». При выборе диаметра регуляторов давления также учитывалось требование пропускания необходимого для района расхода воды на наружное и внутреннее пожаротушение. Для предотвращения повреждения основного клапана вследствие слишком большой разницы в давлении до и после регулятора, проектный режим работы проверялся на соответствие паспортной кавитационной характеристике.

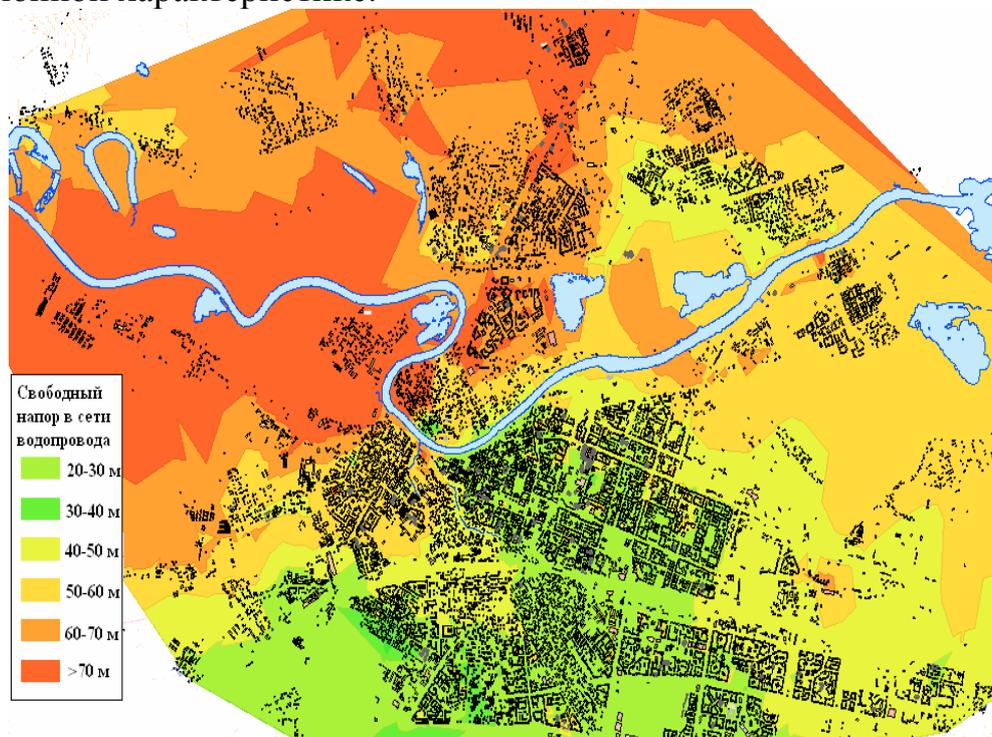
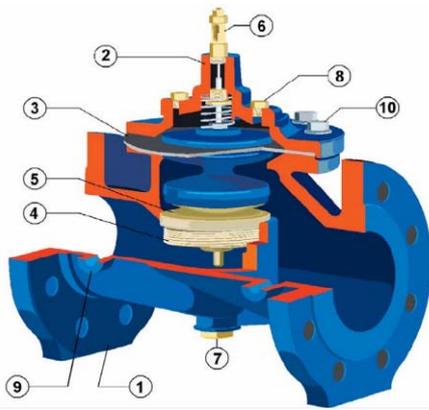


Рис. 1. Районы с избыточным давлением в сети водопровода г. Тюмени по результатам гидравлического моделирования в ГИС «Zulu 7.0».

На основе полученных данных при помощи ГИС «Zulu 7.0» производилось моделирование режимов работы водопроводной сети до и после установки регуляторов давления. После анализа результатов выбрано 12 районов города, в которых целесообразна установка регуляторов давления (см.: рис. 3). Для монтажа использовали регуляторы давления Socla C101 компании Danfoss. Данная арматура предназначена для уменьшения и поддержки постоянного пониженного давления с функцией «после себя» независимо от изменения водоразбора, без использования электрической энергии (см.: рис. 2).

Силами ремонтно-механического цеха и цеха транспортировки воды ООО «Тюмень Водоканал» в период с июля по октябрь 2011 г. произведен монтаж 24 регуляторов давления. Регуляторы давления устанавливались, как правило, на байпасной линии, для обеспечения надежного водоснабжения абонентов при возможных неисправностях регулятора давления. В период с октября по ноябрь 2011 г. выполнены пуско-наладочные работы.

В связи с малым заглублением большинства имеющихся водопроводных камер, во избежание замерзания в зимний период, дополнительно была произведена теплоизоляция регуляторов. В качестве теплоизолирующего материала использовалась изоляция «Термофол ВКСА-СК» б=10 мм.



Деталь
A - Основной клапан
С, В, В1, D, - Запирающие краны
G - Фильтр
H - Диафрагма
I - Ограничитель потока
M - Пилотный клапан

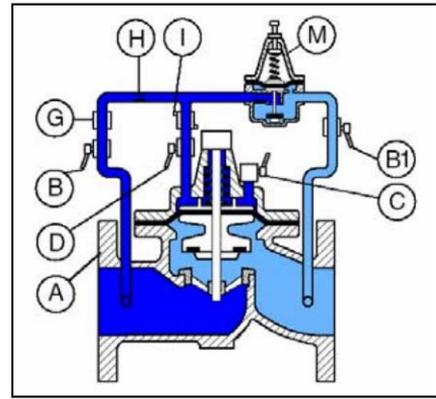


Рис. 2. Внешний вид регулятора давления Socla C101 (Danfoss). Принцип действия.

Изолировались наиболее чувствительные к пониженным температурам части устройства – импульсные трубки и пилотный клапан. Кроме того, во избежание механических повреждений льдом в затопленных камерах, на регуляторы давления дополнительно были изготовлены и установлены защитные металлические корпуса, которые также выполняют теплоизоляционную функцию. В камерах с трубопроводами выше уровня промерзания грунта регуляторы давления дополнительно утеплялись изолирующим материалом – мешками с опилками (см.: рис. 4).

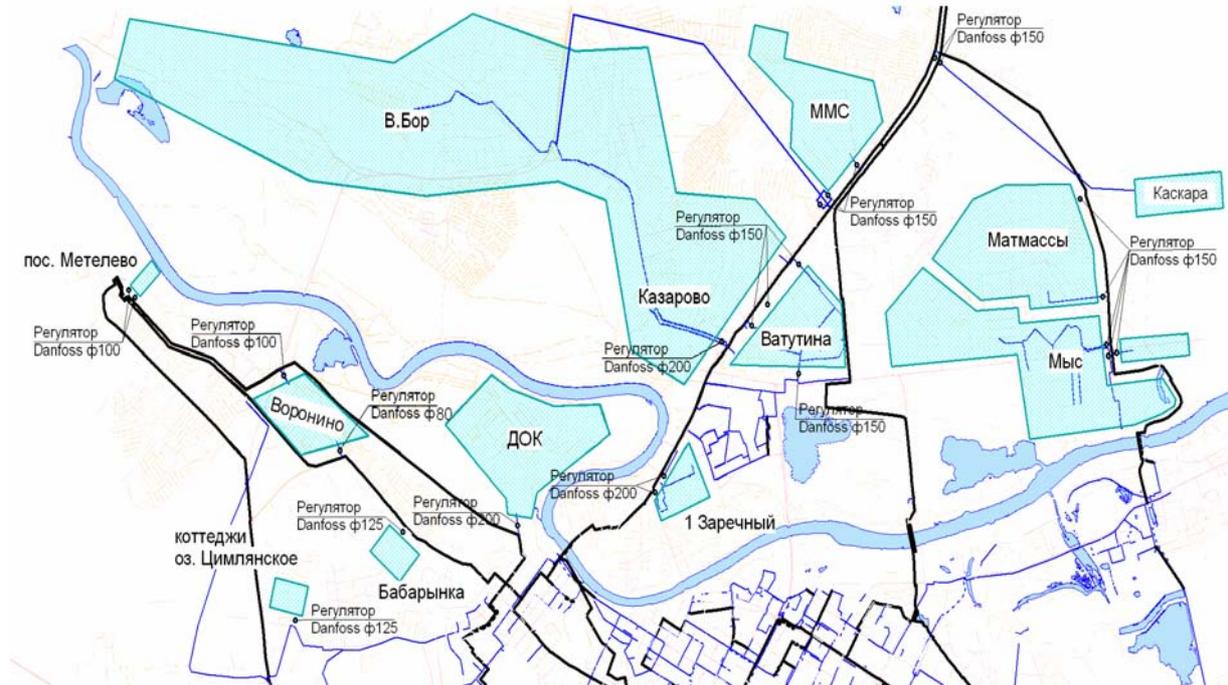


Рис. 3. Районы установки регуляторов давления.

Для оценки эффективности работы после установки производилась контрольная манометрическая съемка давления до и после каждого регулятора давления в течение нескольких суток. Замеры подтвердили устойчивую работу регуляторов давления по поддержанию заданных параметров (рис. 5). В некоторых районах напор удалось снизить на 4,5 атм в часы максимального водопотребления, при обеспечении всех потребителей услугой водоснабжения

в полном объеме. В среднем снижение давления в районах установки регуляторов давления составило 1.5-2.0 атм (на 21%).



Рис. 4. Особенности эксплуатации регулятора давления в зимний период.

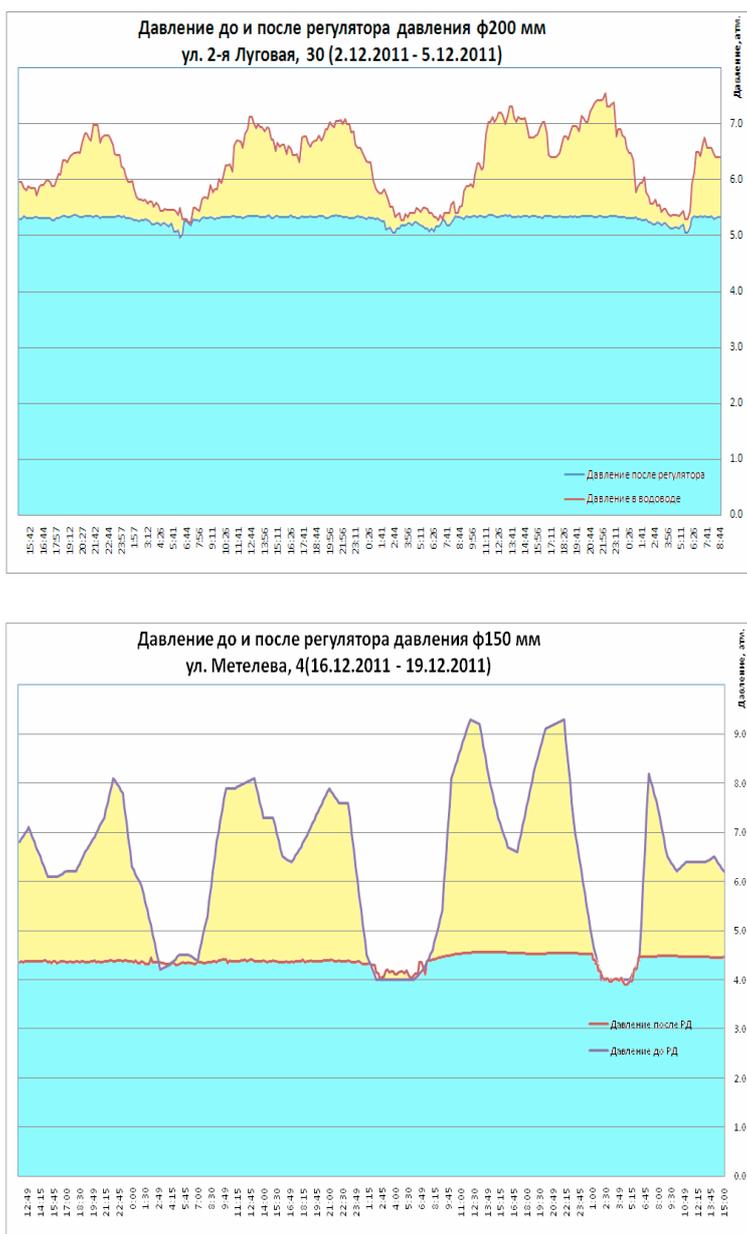


Рис. 5. Контрольные замеры давления до и после регуляторов.

Экономический эффект от снижения напора в водопроводных сетях складывается из экономии за счет уменьшения потребления электрической энергии насосными станциями. Наиболее эффективно система водоснабжения с

установленными регуляторами давления работает при наличии на насосных агрегатах частотно-регулируемых приводов. Прямым эффектом установки регуляторов давления на сетях водопровода г. Тюмени является экономия электроэнергии насосными агрегатами на 48,4 кВт\*ч. При стоимости электрической энергии в размере 2,15 руб/кВт\*ч, годовая экономия составит 0,91 млн. рублей. После выведения всех регуляторов давления на расчетные параметры экономия мощности насосных станций II подъема составит 90 кВт, годовая экономия составит 1,7 млн. руб.

Еще одним важным эффектом снижения давления в водопроводных сетях является уменьшение возникновения количества аварий. Для оценки был произведен анализ фактической аварийности в районах установки регуляторов с помощью программы учета заявок «Астра», внедренной в ООО «Тюмень Водоканал». За период с ноября 2011 г. по октябрь 2012 г. суммарное количество возникновения новых повреждений на водоводах и утечек из колодцев в зонах установки регуляторов давления уменьшилось в среднем на 30% по сравнению с аналогичным периодом 2010 и 2011 гг. (рис. 6). Годовая экономия за счет уменьшения числа повреждений в районах установки регуляторов давления составит 0,7 млн. руб.



Рис. 6. Количество возникновения новых повреждений на сетях в районах установки регуляторов давления на 2009-2012 гг.

**Выводы:** Гидравлическое моделирование является эффективным инструментом для анализа состояния водопроводной сети и реализации мероприятий по оптимизации режимов. На основе комбинации расчетных данных, фактических замеров расходов и данных водосбыта произведен подбор места расположения и диаметров регуляторов на сетях водопровода г. Тюмени. Монтаж данного оборудования позволил снизить избыточное давление в сети в районах установки, при обеспечении всех потребителей услугой в полном объеме. Проведенные контрольные замеры подтвердили стабилизацию напора после регуляторов, исключение возникновения перепадов в течение суток из-за неравномерности работы насосных станций. Зафиксировано снижение общего

количества возникновения новых повреждений на сетях водопровода в районах регулирования напора. Установлена возможность надежной работы регуляторов давления в условиях длительных отрицательных температур наружного воздуха, при условии выполнения мероприятий по теплоизоляции колодцев и регуляторов. Установленный экономический эффект от установки регуляторов давления составляет 1,61 млн. руб/год. При сохранении гарантированной производителем работоспособности оборудования можно утверждать, что на участках, где напор удалось снизить до расчетного, установленные регуляторы давления окупятся в течение 1-2 лет. Для достижения максимального эффекта необходимо ликвидировать обнаруженные в ходе пуско-наладочных работ «узкие места» на сети.

## **ИЗУЧЕНИЕ ОСОБЕННОСТЕЙ БИОЛОГИЧЕСКОЙ ОЧИСТКИ НЕФТЕСОДЕРЖАЩИХ СТОЧНЫХ ВОД**

*Василевич Э. Э., к.т.н., доцент; Колеватова А. А., инженер ООО «АНХК», Чернуха Е. С., магистрант, Иркутский государственный технический университет, г. Иркутск*

*Аннотация. Приведены исследования интенсификации биологической очистки сточных вод с высоким содержанием нефтепродуктов с применением ЭМ-технологий и катализаторов. Опробовано выделение алканотрофных штаммов из активного ила, взятого из реальных биологических очистных сооружений. Получены положительные результаты по снижению концентраций как нефтепродуктов, так и ряда биогенных элементов. В исследованиях данных вод впервые были опробованы ЭМ-пластины. Для оценки эффективности работы активного ила использован также метод дегидрогеназной активности.*

## **CHARACTERISTICS ANALYSIS FOR BIOLOGICAL TREATMENT OF OILY WASTE-WATER**

*Vasilevich Je. Je., PhD (Technical Sciences), Associate professor; Kolevatova A. A., engineer LLC «АНХК», Chernuha E.S., Master's student, Irkutsk State Technical University, Irkutsk*

*Abstract. Given are testings on biological treatment intensification of sewage water with high content of petroleum products utilizing of EM-technologies and catalytic agents. Tested is extraction of alkane-trophic strains out of activated sludge taken from real biological treatment plants. Obtained are beneficial effects in impoverishment of oil products and a number of biogenous components as well. In the waters testing EM-plates were used for the first time. To evaluate operating efficiency of activated sludge the dehydrogenase activity method was used as well.*

На установке 12 цеха Нефтеперерабатывающего завода (НПЗ) АНХК применяется простейшая схема очистки сточных вод в одноступенчатых аэротенках. По этой схеме возможна очистка стоков с применением обычной аэрации, полного или неполного окисления, а также с использованием высоконагружаемых аэротенков. По сравнению с другими сооружениями одноступенчатые аэротенки относительно просты в эксплуатации.

Одноступенчатая схема очистки сточных вод в аэротенках имеет ряд существенных недостатков. В таких аэротенках нельзя интенсифицировать процесс очистки стоков путем увеличения массы активного ила.

Для возможной интенсификации процесса биологической очистки данных нефтесодержащих стоков были проведены исследования по культивированию активного ила и введению катализаторов по технологии ЭМ и НПО «Катализ». Исследования проводились на модельных и реальных сточных водах в лаборатории НИИ Биологии ИГУ. Основные поставленные задачи: оценка эффективности работы активного ила в данной локальной установке; исследование возможности использования ЭМ-технологий для интенсификации очистки сточных вод; исследование возможности применения ЭМ-технологий в сточных водах с высоким содержанием нефтепродуктов; выделение алканотрофных штаммов из активного ила, взятого из биологических очистных сооружений ОАО НПЗ г. Ангарска.

Для исследований были опробованы ЭМ-пластины и ЭМ-пластиковая емкость на 3 л, предоставленные фирмой БАСК-Пластик г. Хабаровска.

Данная фирма уже более 5 лет ведет разработку и изготовление пластиковых емкостей, с включением Эффективных микроорганизмов из препарата Восток-ЭМ. Выполненные по уникальной методике, данные изделия сохраняют свойства ЭМ-препаратов, а помещенные в них среды способны подавлять патогенные микроорганизмы и активно влиять на процессы биодеструкции загрязнений. Также для сравнения влияния были опробованы катализаторы 524 и 525, предоставленные ОАО «Катализ» г. Ангарска.

В ходе экспериментов –/8 серий/ к сточной воде добавляли активный ил, примеси -1% нефти или мазута (или дизельного топлива), и аэрировали в присутствии ЭМ пластика или катализаторов. Параллельно вели контрольный эксперимент без введения пластика или катализаторов. В пробах, отобранных через 3 и 5 часов, определяли поочередно БПК, ХПК, сульфаты, аммоний, фосфаты, дегидрогеназную активность, нефтепродукты. Из результатов экспериментов следует, что активный ил, взятый с биологических очистных сооружений НПЗ г. Ангарска, эффективно очищает сточные воды в присутствии нефти при концентрациях порой до 10 мг/л. Наблюдалось снижение концентрации показателей аммония, фосфатов, сульфатов.

Исследование возможности применения ЭМ-технологий с ЭМ-пластиками показало, что в сточной воде в присутствии нефти также снижаются показатели аммония, фосфаты, сульфаты. В присутствии катализаторов и 0,01% нефти через 3 часа эксперимента скорость трансформации производных азота увеличивалась. Также увеличивалась скорость деструкции нефти в модельной сточной воде (особенно с катализатором 525).

В пробах к катализаторами и активным илом в присутствии нефти 0,01% фиксировали наименьшие значения ХПК и БПК<sub>5</sub> (к концу эксперимента в присутствии катализатора 524 и 525 ХПК составило соответственно меньше в 2,1 и в 5,1 раз исходного значения, что говорит о перспективе использования такого метода интенсификации очистки).

Что касается алканотрофных штаммов, то по совокупности исследованных морфолого-культуральных и физиолого-биохимических признаков изолятов, можно сделать вывод, что штаммы 2-2; 2-3; 2-4 и 8-1 относятся к роду *Bacillus*, а штамм 2-1 к *Rhodococcus*. Все тестируемые штаммы проявили способность разлагать нефть, дизельное топливо (летний и зимний сорта), бензин, реактивное топливо, базовое масло, мазут. Наиболее активный рост на этих нефтепродуктах отмечали у штамма 8-1.

Метод исследования дегидрогеназной активности илов наряду с определением концентраций биогенных элементов в стоках до и после биологической очистки помогает более полно оценить работоспособность илов, поэтому в дальнейших исследованиях планируется уделить больше внимания ферментативной активности.

## **СРАВНЕНИЕ СИСТЕМ КАНАЛИЗОВАНИЯ ЧАСТНОГО ДОМА В УСЛОВИЯХ СИБИРИ**

*Василевич Э. Э., к.т.н., доцент; Лазарева С. О. студент, Иркутский государственный технический университет, г. Иркутск*

*Аннотация. Представлены материалы по сравнению компактных локальных очистных установок, используемых в Иркутской области. Показаны преимущества установки и эксплуатации, выявлены наиболее значимые показатели в работе распространенных моделей. Акцентируются принципы качественного подбора в зависимости от местных условий, правила эксплуатации для обеспечения безаварийной работы всей системы автономной канализации, а также актуальность своевременного проведения сервисного обслуживания станций с помощью специалистов.*

## **COMPARISON OF PRIVATE HOUSEHOLD SEWAGE SYSTEMS IN SIBERIAN CONDITIONS**

*Vasilevich Je. Je., PhD (Technical Sciences), Associate professor; Lazareva S. O., undergraduate, Irkutsk State Technical University, Irkutsk*

*Abstract. Presented are materials comparing compact local treatment plants, used in Irkutsk region. Shown are the setting and operating advantages. Exposed are the most significant indicators in widespread models operating. Accentuated are the principles of qualitative selection according to local conditions, operating rules for providing trouble-free run of the whole self-contained sewage system, and urgency of well-timed maintenance by specialists.*

Создание идеальных условий для проживания в частных домах требует тщательного анализа способа удаления сточных вод. Очистка всякого рода сточных вод является необходимым условием при отсутствии системы централизованной канализационной сети вблизи дома.

Существует несколько вариантов решения вопроса утилизации нечистот. Рассмотрим подробнее широко используемые сейчас компактные локальные очистные сооружения.

Наиболее распространёнными на Иркутском рынке являются такие модели, как Дека, Евробион, ЛокОС, Топазро и Юнилос.

К основным преимуществам таких сооружений относятся:

- высокая степень очистки до 98%, (по утверждению производителей);
- отказ от ассенизационной машины;
- экологическая безопасность и соответствие всем экологическим нормам и стандартам;
- удобство и простота в эксплуатации, обслуживание может осуществлять даже специально не подготовленный человек;
- герметичность, водонепроницаемость, коррозионная устойчивость системы;
- полное отсутствие неприятного запаха;
- длительный срок эксплуатации (не менее 50 лет);
- простота монтажа в любых типах грунта, даже при высоком уровне грунтовых вод;
- работа в различном температурном диапазоне;
- возможность использования стабилизированного активного ила в качестве удобрения;
- цена очистных станций ниже приобретения и обслуживания септика.

Монтаж таких установок можно выполнить за несколько дней, обычными рабочими строительной квалификации. Все производители заявляют следующие значения показателей степени очистки (см.: табл. 1).

*Таблица 1*

*Значения показателей степени очистки.*

Показатель	До очистки	После очистки
БПКполн	250	3-5
Взвешенные вещества	220	3-5
Азот аммонийных солей	25	0,5
Фосфаты	10	0,5
Нитраты	-	10
Нитриты	-	0,02
ПАВ	8	0,2

С применением ЛОС данного типа запрещено сбрасывать в канализацию остатки сгнивших овощей. Запрещен сброс строительного мусора (песка, извести), полимерных пленок, и других биологически не разлагаемых соединений. Это приводит к засорению установки, и как следствие, к потере работоспособности. Запрещено сбрасывать воды от регенерации систем очистки питьевой воды с применением марганцево-кислого калия или других

внешних окислителей. Слив следует проводить по отдельной напорной канализации. Запрещен сброс промывных вод фильтров бассейна. Запрещено сбрасывать в канализацию большого количества стоков после отбеливания белья хлорсодержащими препаратами (персоль, белизна и др.). Запрещено применение антисептических насадок с дозаторами на унитаз. Также запрещен сброс в канализацию мусора от лесных грибов, большого количества шерсти животных, лекарств и лекарственных препаратов, слив в канализацию машинных масел, антифризов, кислот, щелочей, спирта и т.д.

Основными причинами возникновения аварийных ситуаций в автономной канализации, как утверждают специалисты обслуживания и проведения регламентных работ таких систем, являются:

– попадание в систему посторонних предметов. Если говорить подробно, то всё, что не является продуктом жизнедеятельности человека, при попадании в канализацию, относится к посторонним предметам. У многих возникает вопрос по поводу утилизации туалетной бумаги.... При использовании классической туалетной бумаги из целлюлозы, никаких проблем нет, но сейчас появилось очень много гигиенических средств с применением нетканых материалов из синтетики. Поэтому утилизация туалетной бумаги в канализацию нежелательна;

– использование сильнодействующих чистящих средств на основе хлора и свободного кислорода;

– попадание в канализационные стоки очисток грибов;

В любую из конструкций локальных станций заложен определённый «эксплуатационный запас прочности», поэтому соблюдение простых правил эксплуатации обеспечит безаварийную работу всей системы автономной канализации. Модельный ряд позволяет устанавливать станции в загородном доме, на даче, в крупной резиденции и также в коттеджном поселке (производительность от 1 до 32 м. куб в сутки). Выход ила составляет примерно 20% от объема отстойника всех видов станций.

Система не требует специальных мероприятий для зимней эксплуатации. В случае отсутствия водопотребления в зимний период, можно законсервировать станцию на срок от 3-х месяцев и выше. Отключить любую станцию от электроэнергии, залить равномерно все камеры водой, дать воде отстояться, откачать 40% объема воды со всех камер, закрыть и утеплить крышку с помощью настила.

Схема очистки у всех сооружений подобна и состоит из этапов:

- отстаивание и частичное сбрасывание сточных вод в приемнике;
- смешивание сточных вод с активным илом в специальном отсеке;
- отстаивание очищенной воды, осаждение ила;
- сброс чистой воды, возврат ила.
- Основными их отличиями является принцип работы и обслуживание.

На примере станции «Дека» рассмотрим основной принцип работы, который имеет циклический характер. Цикл состоит из двух фаз (режимов). Первая фаза – основной режим, вторая фаза – режим рециркуляции.

Переключение между фазами осуществляется с помощью поплавкового переключателя, расположенного в приемной камере. Технологический процесс работы 1-ой фазы: загрязнённые сточные воды поступают в приёмную камеру (1), в которой происходит первичное окисление и измельчение крупных нечистот (см.: рис. 1). При заполнении приёмной камеры до определенного уровня включается первая фаза (основной режим), с помощью поплавкового переключателя. Подготовленная вода из приёмной камеры (1) через фильтр грубой очистки поступает в камеру биологической очистки (2) с помощью главного эрлифта. Также происходит продувка фильтра грубой очистки для предотвращения засорения отверстий перфорации.



Рис. 1. Станция «Дека».

В камере биологической очистки (2) сточная вода насыщается кислородом с помощью аэратора. В стабилизаторе ила (3) происходит продувка избыточного активного ила крупнопузырчатой аэрацией, идет восстановление сорбционной и ферментативной активности ила.

В камере денитрификации (4) смесь воды и активного ила подвергается процессу денитрификации в аноксидных условиях. Биопленка, образующаяся на поверхности камеры денитрификации (4), удаляется в камеру биологической очистки (2) циркуляционным насосом. Далее, сточная вода самотеком через перелив поступает в придонную часть вторичного отстойника (5). В этой камере происходит окончательное отделение (седиментация) ила от воды. Ил, оседающий на дно вторичного отстойника (5), перекачивается в камеру биологической очистки (2) с помощью эрлифта рециркуляции. Очищенная вода выводится из станции самотеком, либо принудительно, при помощи погружного насоса, устанавливающегося в специальную ёмкость (ёмкость входит в комплект для принудительного отведения).

Технологический процесс работы 2-ой фазы. Избыточный ил, образовавшийся в камере биологической очистки (2), с помощью эрлифта

рециркуляции перекачивается через успокоитель в стабилизатор ила (3), где отмерший ил стабилизируется в придонной части, а активный самотеком переливается в приемную камеру (1) для дальнейшего участия в биологическом процессе очистки сточной воды.

В приёмной камере (1) происходит первичное окисление нечистот и разложение крупных фракций на более мелкие с помощью аэрационного элемента. Во вторичном отстойнике (5) для предотвращения застоя воды и появления неприятного запаха работает продувка камеры крупнопузырчатым аэратором. Также во вторичном отстойнике (5) работает разбиватель для предотвращения возможного «зарастания» трубы в виду невозможности её опорожнения.

Обслуживание установок «Дека»: Один раз в день надо выполнять визуальный контроль сигнализации правильной работы станции (если она установлена). Один раз в неделю – визуальный контроль очищенной воды.

Раз в 3-6 месяцев необходимо удалять мертвый ил (в зависимости от заполнения камеры стабилизации ила) с помощью сервисного эрлифта. Также необходимо раз в 3-6 месяцев осуществлять промывку биореактора от органических засорений тонкой струей воды без напора.

Один раз в 6 месяцев осуществляется:

- очистка фильтра воздуходувки. При сильной запыленности в месте работы установки – чаще, чем раз в 6 месяцев.
- очистка стенок вторичного отстойника (камера чистой воды).
- удаление ила из илового стабилизатора с помощью дренажного насоса (если не удалялся ил с помощью эрлифта после 3 месяцев);
- очистка насосов эрлифтов;

Один раз в 3 года необходимо заменить мембрану воздуходувки. Один раз в 5 лет – очистить приемную камеру и камеры очистки от минерализованного ила электронасосом. Один раз в 10 лет – заменить перфорированный чулок аэрационных элементов.

Установка «Евробион» по принципу работы отличается от «Деки» тем, что система аэрации и все технологические элементы работают в постоянном режиме, без применения клапанов и без переключений.

Для контроля аварийных ситуаций в установках «Евробион» использован Аэрослив, который обладает постоянной пропускной способностью, не зависящей от изменений входного уровня.

Стоки попадают в активационный резервуар и далее в отстойник. При этом в приемном резервуаре уровень повышается в соответствии с законом сообщающихся сосудов. Уровень становится выше засасывающей горловины – так называемого удалителя биопленки. Однако повышение уровня в отстойнике не влечет увеличения скорости потока на выходе из установки, поскольку действует аэрослив.

Когда в установке понижается уровень до выходного патрубка очищенной воды аэрослива, прекращается поступление воды на выход. Но процесс циркуляции не прекращается. Идет процесс разложения, продолжается окисление загрязнений, а очищенная вода накапливается внутри отстойника.

Следующим отличием является то, что внутрь активационного резервуара постоянно поступают новые порции активного ила, и начинается процесс самоокисления, процесс избирательного лизиса. То есть, выживают самые сильные виды бактерий, а остальные просто разлагаются внутри сильного ферментного поля. Происходит резкое снижение прироста активного ила.

Для обслуживания станций «Евробион» необходимо:

– 1 раз в месяц проводить визуальный осмотр станции, обязательно обращать внимание на запахи, исходящие от установки и прозрачности воды на выходе. При нормальной работе автономной канализации «Евробион» никаких неприятных запахов установки производить не должны, а вода на выходе должна быть прозрачной.

– контролировать точку выхода очищенной воды на отсутствие неприятного запаха и осадка.

– 1 раз в 6-7 месяцев удалять старый ил из установки. Ил можно использовать в качестве удобрения или утилизировать в компостной яме.

– 1 раз в 3 года заменить мембрану компрессора.

Следующая модель для рассмотрения – «ЛокОС». Основным её отличием является использование различных видов анаэробных и аэробных бактерий для учета особенностей российской эксплуатации (отключение электроэнергии, отсутствии источника резервного питания).

Очистка в «ЛокОС» происходит в три основные стадии:

– в биореакторе анаэробного процесса происходит преобразование сложных соединений в простые анаэробными бактериями, нарастающими на загрузке из искусственных водорослей (ершей).

– далее в аэротенке происходит окисление и поглощение загрязнений активным илом, который образуется естественным путем;

– третья стадия биологической очистки, необходима при залповых сбросах или отключении электроэнергии. Сток подвергается дополнительной обработке в биофильтре аэробного процесса. В аварийном режиме работы, при отключении электроэнергии, фильтр продолжает эффективно очищать стоки, так как аэробные бактерии в биофильтре образуются в дефиците кислорода, поэтому при прекращении подачи воздуха они могут функционировать до 5-7 дней.

Для обслуживания станции «ЛокОС» необходимо: один раз в 3 месяца осуществить перекачку избыточной и отработанной биомассы в камеру-септик; 1 раз в год осуществить полное опорожнение приемной камеры-септика с удалением осадка и заполнением чистой водой; 1 раз в 3 года осуществить промывку искусственных водорослей струей воды, очистить водосливы и стенки блока очистки ЛОС от избыточной биопленки, добавить известкового щебня в биореактор аэробного процесса (по мере вымывания).

Станции «Топас» и «Юнилос» очень схожи по принципу работы между собой и с ранее описанной станцией «Дека». Главное отличие состоит в использовании принципа прерывистой аэрации для удаления нитратов под действием бактерий (денитрификация).

Первое сервисное обслуживание станций «Топас» и «Юнилос» производится спустя три месяца после запуска оборудования в эксплуатацию. Производятся следующие работы:

- удаление ила из отстойника с помощью встроенного мамут-насоса;
- очистка мамут-насоса неочищенной воды и фильтра крупных нечистот;
- очистка стенок вторичного отстойника;
- очистка фильтров воздухоудвки.

– один раз в шесть месяцев производятся следующие работы (второе сервисное обслуживание):

- удаление ила из отстойника с помощью дренажного насоса;
- очистка уловителя волос в аэротенке.

В ходе ежеквартального технического обслуживания необходимо очищать стенки вторичного отстойника станции от слоя отложившегося ила.

Теперь, когда рассмотрен принцип работы каждого из видов ЛОС, можно сделать некие выводы по поводу производителей станций и определить основные отличия этих сооружений.

Одним из главных отличием всех станций является толщина и качество пластика – материала корпуса. Большинство станций выполнены из полипропилена. Отмечаем, что полипропилен - материал прочный, но колкий. Поэтому монтаж таких конструкций должен выполняться людьми, прошедшими специальное обучение или имеющими опыт в установке подобных систем. Система очистки – станция аэрации + поле фильтрации более компактна, чем септик и не источает неприятных запахов. Но имеет свои, существенные для Российских пользователей, недостатки – она абсолютно энергозависима, кроме, пожалуй, станций «ЛокОС».

Производитель станций аэрации «Дека», предоставляет точную информацию о правильном монтаже своей системы. В инструкции по монтажу системы «Дека» присутствует и бетонная опалубка, и поле фильтрации, тогда как реализаторы систем типа ТОПАС, предоставляют сжатую информацию о продукте, параметрах подбора, способах монтажа.

Исключить поле фильтрации из схемы очистного сооружения на базе станций аэрации почти всех марок можно лишь в случае выбора станции с внутренним объемом не менее 3-х суточного количества стока с предварительной стадией отстаивания и сбрасывания. Объем рекомендуемых станций, обычно равен суточной норме сброса, и принятие ванны или душа уже двумя людьми приведет к попаданию на выход из станции "серого стока". Если он попадет в поле фильтрации, то там и произойдет процесс очистки, если полем пренебречь, станция такого объема периодически будет сбрасывать загрязненные стоки. Однако, станции большего объема становятся очень дорогими по цене по сравнению с другими брендами очистных сооружений биологической очистки полного цикла, к которым, относится и «ЛокОС».

Особенностью конструкции «Топаса» является большое компрессорное отделение, что мешает осуществлять полноценный сервис станции (невозможно произвести извлечение отработанного ила погружным насосом,

если есть неисправности системы подачи воздуха). Размеры компрессорного отделения «Топаса» обусловлены установкой двух компрессоров против одного в «Юнилосе». В случае «Топаса» это является негативным фактором из-за наибольшей нагрузки на прибор в момент включения, т. к. компрессоры работают попеременно. В случае «Юнилос» переключение фаз работы происходит за счет электромагнитного клапана. Кстати, этот фактор позволяет сделать главный насос постоянно работающим, что позволяет увеличить залповый сброс стоков при сохранении размеров септика.

Отличием является наличие на блоке управления переключателя фаз в «Юнилоса» или в «Деке» и его отсутствие в «Топасе». Переключатель упрощает проведение сервисного обслуживания станции.

В заключение можно сказать, что каждая из систем имеет свои достоинства и недостатки, которые нужно учитывать при удовлетворении пожеланий заказчика. Каждую из систем можно рассматривать как конкурентоспособную и выбор любой из них зависит исключительно только от условий строительства.

## **ИССЛЕДОВАНИЕ ЭНЕРГОПОТЕНЦИАЛА БИОЦЕНОЗОВ ПРИ ОЧИСТКЕ СТОЧНЫХ ВОД**

*Василевич Э. Э., к.т.н., доцент; Лапковкий А. А., аспирант, Чернуха Е. С., магистрант, Иркутский государственный технический университет, г. Иркутск*

*Аннотация. Представлен этап исследований по способу производства электроэнергии из органических субстратов. Положительные результаты получены на модельных ячейках, где использован принцип технологии микробных топливных элементов. В качестве субстрата были использованы городские сточные воды. Для увеличения мощности требуется дальнейшее изучение стабилизации процесса в плане микробиологии и в конструктивной части энергетической ячейки.*

## **STUDYING BIOCEANOSE POWER POTENTIAL IN WASTE-WATER TREATMENT**

*Vasilevich Je. Je., PhD (Technical Sciences), Associate professor; Lapkovkij A. A., postgraduate, Chernuha E. S., Master's student, Irkutsk State Technical University, Irkutsk*

*Abstract. Presented is the research phase of power production out of organic substrates. Beneficial effects were obtained in modeling cells, where the principle of microbial fuel elements technology was used. As a substarte municipal waste water was used. Required is the further studying of stabilization process in terms of microbiology and power cell construction in order to expand power.*

Комплексное изучение возможностей биоценозов различных сред, в том числе и активных илов в системах очистки бытовых и промышленных сточных вод открывает все новые возможности. В таких сооружениях наряду с качественной деструкцией биогенных загрязнителей даже в условиях пониженных температур Восточной Сибири можно отметить функции сорбционного изъятия труднорастворимых компонентов, а также целую группу попутных реакций, которые, как оказалось, можно с успехом использовать в целях снижения энергозатрат на эксплуатацию очистных станций.

При совместных исследованиях кафедры инженерных коммуникаций и систем жизнеобеспечения НИ ИрГТУ, НИВЦ «Энергофизика» Института систем энергетики им. Л.А. Мелентьева СО РАН, НИИ Биологии при ИГУ был разработан и запущен один из вариантов ячейки вырабатывающей электрическую энергию в процессе очистки сточных вод.

Механизм работы микробных топливных элементов (МТЭ) заключается в выработке электрической энергии в процессе жизнедеятельности микроорганизмов. В настоящее время данная энергосберегающая технология переживает бурный подъем. Интерес к вторичным энергетическим ресурсам и альтернативным источникам энергии связан с повышением цен на нефть и другие энергоносители, ужесточением экологического законодательства, мерами по уменьшению выбросов CO<sub>2</sub> в атмосферу и т.п.

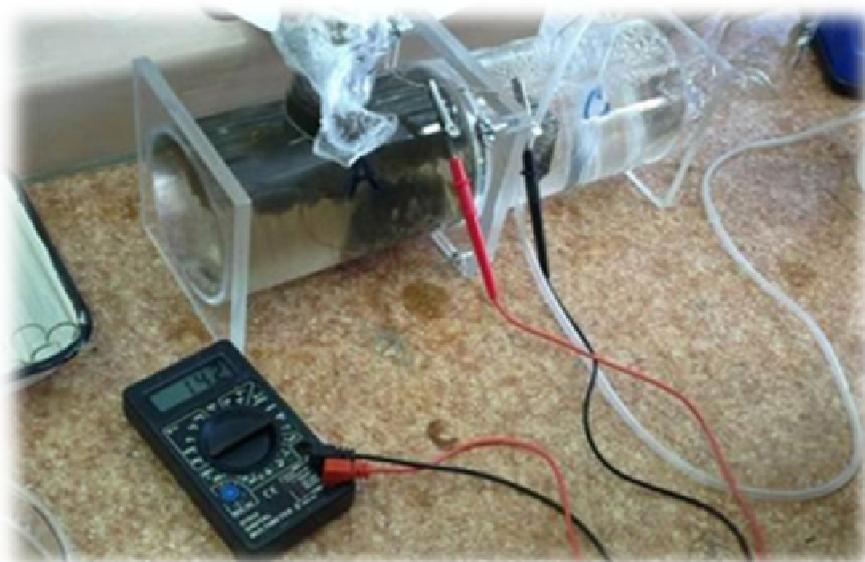
Вторичные энергетические ресурсы (ВЭР) – энергетический потенциал продукции, отходов, побочных и промежуточных продуктов, образующихся в технологических агрегатах (установках), который не используется в самом агрегате, но может быть частично или полностью использован для энергоснабжения других агрегатов

Принцип технологии микробных топливных элементов заключается в том, что микроорганизмы, окисляя органические субстраты, производят поток электронов. Этот поток за счет разницы окислительно-восстановительных потенциалов устремляется по проводнику, т.е. создается электрический ток. Техническая реализация данного принципа стала возможна благодаря развитию в последнее время технологии протонообменных мембран, играющих важную роль в МТЭ, а также открытиям, связанным с получением чистых культур микроорганизмов-электрогенов (т.е. непосредственно передающих электроны от субстрата на электрод). Ячейка состоит из двух камер (анодная и катодная), между которыми установлена мембрана (см.: рис. 1 и 2).

Данный метод является перспективным способом производства электроэнергии из органических субстратов, в том числе и из отходов. Однако, из-за низкой выходной мощности широкое применение МТЭ пока ограничено. Установка может эксплуатироваться на локальных очистных сооружениях для снабжения электричеством слаботочных сетей, – которые являются неотъемлемой частью инженерного оснащения современного жилища, для освещения небольших прилегающих участков и других небольших хозяйственных целей.



*Рис. 1.* Фото экспериментальных МТЭ разработанных НИВЦ «Энергофизика» А. Ф. Лашиным.



*Рис. 2.* Фото экспериментальной МТЭ, собранной в НИ ИргТУ.

На данном этапе исследований полученной мощности недостаточно для промышленного использования. Главный минус пока в том, что электричество накапливается в ходе всей очистки неравномерно. При добавке свежей порции стоков (субстрата), уровень энергии сначала падает, а затем начинает постепенно возрастать. Идет изучение стабилизации этого процесса внесением изменений как в плане микробиологии, так и в конструктивной части энергетической ячейки.

***Примечание***

1. Кирвель, И. И. Энергосбережение. – Минск: Изд-во БГУИР, 2007. – 115 с.

## **ВИЛЮЙСКОЕ ВОДОХРАНИЛИЩЕ: СОСТОЯНИЕ РЫБНЫХ ЗАПАСОВ И ПЕРСПЕКТИВЫ ИХ ХОЗЯЙСТВЕННОГО ОСВОЕНИЯ**

*Венедиктов С. Ю., заведующий лабораторией; Кириллов А. Ф., к.б.н., ведущий научный сотрудник, Якутский филиал ФГУП «Госрыбцентр»*

*Аннотация. Приведены результаты исследования ихтиофауны Вилюйского водохранилища. Даны рекомендации по реконструкции ихтиофауны и повышению рыбопродуктивности водохранилища.*

### **VILYUI WATER RESERVOIR: FISH RESOURCES STATE AND PROSPECTS OF THEIR DEVELOPMENT**

*Venediktov S. Ju., the Chief of laboratory; Kirillov A. F., PhD (Biological Sciences), leading research scientist, Yakut branch of FGUP «Gosrybcentr»*

*Abstract. Presented are the resaerch results on Vilyui water reservoir ichthyofauna. Given are recommendations to ichthyofauna restoration and water reservoir fish capacity increasing.*

Вилюйское водохранилище создано в декабре 1966 г. Полное заполнение его до проектной отметки завершилось в 1973 г. Водохранилище носит русловой характер с отдельными расширениями (разливами), протяженность по бывшему руслу р. Вилюй составляет 467 км, по р. Чона – 274 км, длина береговой линии 2650 км. Площадь водного зеркала 2170 км<sup>2</sup>, объем водных масс 36 км<sup>3</sup>, за счет зимней сработки площадь водохранилища уменьшается на 25%, объем на 37%. Средняя ширина 4,6 км, наибольшая – 15-20 км, глубина у плотины 69,4, а в 15 м от плотины она достигает 80 м. 25% площади составляют мелководья с глубинами до 6 м.

Для Вилюйского водохранилища характерно отсутствие высших растений, только на Чонском подпоре единично встречен рдест стеблеобъемлющий, а в литорали Чонского разлива и Приплотинном участке - мхи. По величинам средних биомасс фитопланктона, зоопланктона и зообентоса Вилюйское водохранилище может быть отнесено к водоемам средней кормности, т. е. приближается к водоемам мезотрофного типа.

Изучение динамики изменения условий среды позволило выделить периоды гидрохимического и биологического формирования водохранилища. Такое деление позволяет рассматривать формирование водохранилища как некоторый дискретный процесс, что, несомненно, упрощает изучение его биологии. Период формирования продолжался до 1979 г. Он характеризуется интенсивными процессами изменения условий обитания гидробионтов, так как является для них переходным от обитания в речных условиях к обитанию в условиях водоема озерного типа. Период характеризуется наибольшими показателями минерализации и жесткости воды, концентрации биогенных и органических веществ, и наименьшими – концентрации растворенного в воде

кислорода. Период стабилизации (с 1980 до 2000 гг.) характеризуется снижением мутности и цветности воды, концентрации в ней биогенных и органических веществ. Кислородный режим в водохранилище становится несколько более благоприятным. Период стабильности (с 2001 г. по настоящее время) характеризуется относительной стабилизацией гидрологического и гидрохимического режима водохранилища. Мутность и цветность продолжают снижаться, концентрация биогенных и органических веществ стабилизировались. Содержание растворенного кислорода в воде остается относительно низким, что свидетельствует о продолжающихся процессах деструкции органических веществ.

Зарегулирование речного стока и образование водохранилища внесло существенные изменения в фауну рыб затопленного участка бассейна р. Вилюй и нижнего бьефа. В нижнем бьефе, например, изменение экологической обстановки привело к полному уничтожению крупных нерестилищ нельмы *Stenodus leucichthys nelma*, заходившей в р. Вилюй на нерест из р. Лена, что, безусловно, пагубно отразилось на численности и величине ее вылова в бассейне р. Лена. Формирование ихтиофауны в Вилюйском водохранилище произошло за счет аборигенных рыб, иммигрантов из подтопляемых озер, а также акклиматизированных пеляди, байкальского омуля *Goregonus migratorius* и ряпушки *Coregonus sardinella*. В настоящее время ихтиофауна Вилюйского водохранилища насчитывает 22 таксона видового и подвидового рангов, относящихся к 18 родам, 12 семействам, 8 отрядам и 2 классам. По количеству видов лидируют отряды *Salmoniformes* (36,36%) и *Cypriniformes* (31,82%), которые и определяют облик ихтиофауны водоема. По типам ареалов рыбы распределяются следующим образом: бореальный палеарктический – 10 видов (45,45%), арктическо-бореальный палеарктический – 9 (40,91%), арктическо-бореальный палеарктический и неоарктический – 3 (13,64%). Наиболее широко представлены рыбы бореального равнинного фаунистического комплекса (45,5%), затем идут рыбы арктического пресноводного фаунистического комплекса (31,8%), рыбы бореального предгорного фаунистического комплекса наиболее малочисленны (22,7%), населяют подпорные участки водохранилища.

Условия среды обитания рыб в Вилюйском водохранилище накладывают своеобразный отпечаток на их экологию, на состав, структуру и динамику численности популяций. Длительный ледовый период (215-238 дней) и низкая проточность (коэффициент водообмена 0,5) водохранилища создают неблагоприятные условия для существования представителей водной флоры и фауны. А начинающиеся в конце июня попуски воды через водосбросной канал ГЭС для нужд обеспечения судоходства в нижнем бьефе значительно снижают уровень воды в водохранилище, что зачастую ведет к обсыханию отложенной икры весенненерестующих рыб, а также к гибели развивающейся икры вследствие изменения физических и химических условий на обмелевших нерестилищах (температурный, кислородный режимы и т.д.) и снижению численности их пополнения.

Основными промысловыми рыбами являются обыкновенная щука *Esox lucius*, сибирская плотва *Rutilus rutilus lacustris*, тонкохвостый налим *Lota lota leptura* и речной окунь *Perca fluviatilis*.

*Щука* в водохранилище – основной объект промысла. Половозрелой становится в 3+ лет, нерестится в конце мая – начале июня. В уловах представлена в возрасте от 3+ до 11+ лет, с длиной тела (ad) 420-920 мм и массой 650-7010 г. В популяции преобладают особи в возрасте 4+ - 8+, то есть наблюдается омоложение состава популяции, что свидетельствует о высокой промысловой нагрузке на вид.

*Плотва* широко распространена по всему водохранилищу. Весной образует значительные скопления в заливах водохранилища. Самки достигают половой зрелости в 4+ лет, самцы – в 3+ лет. Нерестится в конце мая – начале июня. В уловах 2011 г. представлена особями в возрасте 6+ - 15+ с длиной тела (ad) 180-351 мм и массой 162,5-333,8 г. Преобладание старшевозрастных особей в возрасте 8+ - 12+ лет говорит о старении популяции, что может быть обусловлено недостаточным освоением промыслом данного вида, а также снижением численности хищников – крупного окуня и щуки.

*Окунь* в водохранилище расселен неравномерно. Половозрелость наступает в возрасте 3+ лет, самцы созревают несколько раньше. Нерест начинается в первых числах июня и длится 15-20 дней. Возрастной состав популяции за последние 25 лет не изменился и представлен в основном особями в возрасте 4+ - 13+ лет с длиной 200-330 мм и массой 118,5-573,0 г.

Преобладание особей в возрасте 6+ - 9+ лет позволяет утверждать, что этот вид не испытывает серьезного промыслового пресса, а также пресса со стороны крупных хищников.

*Налим* широко расселен по водохранилищу. Чувствительный к термическому режиму среды, он в июле-августе вынужден отходить от берега и отставаться на глубинах, расположенных ниже слоя температурного скачка, где разница температур между верхним и нижним слоями достигает 10,0-12,5°C. В остальное время года он активно осваивает побережье, кормовая база которого значительно богаче профундали. В наших уловах представлен особями в возрасте от 3+ до 10+ лет с длиной тела 430-800 мм и массой 580-3740 г. Половой зрелости достигает в 3+ – 4+ лет. Самцы созревают на один – два года раньше самок. Нерест начинается с середины февраля и продолжается в марте. Запасы налима находятся в удовлетворительном состоянии.

Отсутствие в водохранилище типичных планктофагов и благоприятные условия для развития зоопланктона, обусловившие его избыточное состояние, позволили рекомендовать мероприятия по обогащению ихтиофауны водоема путем вселения в него пеляди [1, 2], успешная интродукция которой началась с 1972 г. Чуть позже, с 1975 г., начались работы по интродукции в водохранилище сибирской ряпушки. Следует отметить, что Ф.Н. Кириллов [3] уже по первым результатам акклиматизационных работ считал вселение ряпушки в водоем нецелесообразным, тем не менее, работы по вселению ряпушки продолжаются по настоящее время. Малочисленность сибирской ряпушки в Вилюйском водохранилище объясняется выносом основной массы

личинок в нижний бьеф через водосбросной канал во время попусков воды из водоема и через турбины гидроэлектростанции. Отрицательные результаты акклиматизации сибирской ряпушки в Вилюйском водохранилище свидетельствуют о необходимости прекращения ее вселения в водоем.

В 1998 г. проводилась интродукция байкальского омуля в Вилюйское водохранилище, но ожидаемого промышленного результата эти работы не дали [4]. Зона Вилюйского переменного подпора в настоящее время может рассматриваться как свободная биологическая ниша для реакклиматизации осетра. Высокие кормовые достоинства этого участка для бентосоядных рыб ранее были освещены в монографии «Биология Вилюйского водохранилища» [5].

Для создания высокорентабельного рыболовства на Вилюйском водохранилище нами неоднократно рекомендовалось проведение рыбоводных мероприятий путем вселения жизнестойких личинок и молоди осетра *Acipenser baerii stenorrhynchus*, нельмы *Stenodus leucichthys nelma*, пеляди и сига-пыжьяна *Coregonus lavaretus pidschian* [6, 7, 8, 2 и др.]. Эти рекомендации, к сожалению, реализуются очень медленно, и за последние 15 лет в водохранилище выпущено личинок сига-пыжьяна и пеляди столько, сколько было рекомендовано для ежегодного их подселения, что, конечно же, исключает получение рыбохозяйственного эффекта. Для дальнейшего повышения рыбопродуктивности водохранилища представляется полезным реконструировать фауну беспозвоночных животных путем акклиматизации в нем *Mysis oculata* var. *relicta* Loven и байкальской формы *Gmelinoides fasciatus* с учетом комплекса оптимальных требований этих видов к условиям обитания.

Для улучшения условий воспроизводства весенненерестующих промысловых видов рыб в Вилюйском водохранилище необходимо согласовать с соответствующими ведомствами и упорядочить сроки весеннего сброса воды через водосбросной канал Вилюйской ГЭС.

В современной экономической ситуации добыча рыбы в водоеме резко снизилась, рыболовство оказалось нерентабельным, за исключением промысла тугуна и щуки. Требуется серьезная реконструкция ихтиофауны за счет проведения комплексных рыбоводных работ на Вилюйском водохранилище.

#### Примечание

1. Кириллов, Ф. Н. Рыбохозяйственное освоение Вилюйского водохранилища // Известия ВНИОРХ. Т. 115. – Л.: Наука, 1977. – С. 24-36.
2. Кириллов, А. Ф. Изменения в экологии основных промысловых видов рыб в водоемах Субарктики с зарегулированным речным стоком на примере Вилюйского водохранилища // Сельское хозяйство Крайнего Севера. – Магадан, 1980. – С. 245-249.
3. Кириллов, Ф. Н. О вселении планктофагов в Вилюйское водохранилище // Итоги и перспективы акклиматизации рыб в СССР. – М.: Наука, 1980. – С. 59-61.
4. Кириллов, А. Ф. Промысловые рыбы Якутии. – М.: Научный мир, 2002. – 194 с.
5. Кириллов, Ф. Н., Кириллов, А. Ф., Лабутина, Т. М. и др. Биология Вилюйского водохранилища. – Новосибирск: Наука, 1979. – 271 с.
6. Кириллов, Ф. Н. К вопросу о формировании Вилюйского водохранилища //

- Зоологические исследования Сибири и Дальнего Востока. – Владивосток, 1974. – С. 129-134.
7. Кириллов, Ф. Н. Рыбохозяйственное освоение Вилюйского водохранилища // Известия ВНИОРХ. Т. 115. – Л.: Наука, 1977. – С. 24-36.
8. Кириллов, Ф. Н. Рекомендации по обогащению ихтиофауны Вилюйского водохранилища. – Якутск: Изд-во ЯФ СО АН СССР, 1978. – 8 с.

## **СОДЕРЖАНИЕ ЭКОТОКСИКАНТОВ В ВОДОЕМАХ И РЫБЕ В РАЙОНАХ ТЮМЕНСКОЙ ОБЛАСТИ**

*Гаевая Е. В., к.б.н., доцент; Захарова Е. В., к.б.н., доцент, ТюмГАСУ, г. Тюмень*

*Аннотация. В статье приведены исследования по содержанию свинца, кадмия, мышьяка, ртути и хлорорганических пестицидов в водоемах и рыбе (карась) в районах Тюменской области. При сравнении отношения количества тяжелых металлов и пестицидов в рыбе (карась) к содержанию в воде, отмечено значительное накопление элементов в объектах водоема.*

## **THE CONTENT OF ECOTOXICANTS IN BASINS AND FISH IN TYUMEN REGION AREAS**

*Gaevaja E. V., PhD (Biological Sciences), Associate professor; Zaharova E. V., PhD (Biological Sciences), Associate professor; TSUACE, Tyumen*

*Abstract. Given are the results of research on the content of lead, cadmium, arsenic, mercury and chlorine-organic pesticides in basins and fish (crucian carp) in Tyumen region areas. Comparing the ratio of heavy metals and pesticides content in fish to their content in water, noted is significant accumulation of elements in basin objects.*

Современная эпоха характеризуется интенсивным внедрением во внешнюю среду разнообразных химических агентов различной биологической активности, которые могут влиять на здоровье человека. Важное место среди них занимают тяжелые металлы и пестициды. Их поступление в водную среду связано с природными и антропогенными источниками. Степень накопления экотоксикантов в организме рыб зависит от геохимической среды и типа водного объекта, т.е. от абиотических условий. Также зависит от функционального состояния организма, сезона наблюдения и пола рыб. Поступая в избытке и во много превосходя индивидуальные потребности организмов, металлы и пестициды (хлорорганические) могут вызывать нарушения различных функций гидробионтов, накапливаться в их органах, превышая нормируемые величины [1].

Как известно, ряд пестицидов и тяжелых металлов длительно сохраняется в устойчивой форме и переходят из одной среды в другую (почва-вода-зоофитопланктон – рыба – человек), включаясь в сложные биологические циклы [2]. Поэтому контроль изменения уровней содержания экотоксикантов в организмах актуален и необходим.

Цель исследования – проследить возможности накопления и последствия тяжелых металлов и остаточных количеств пестицидов в водоемах юга Тюменской области. Нами проведено исследование содержания тяжелых металлов и пестицидов в водоемах и рыбе (карась) в ряде административных районов Тюменской области. Исследования проводились в аккредитованной лаборатории, содержание пестицидов (гексахлорциклогексана (ГХЦГ) и его изомеров и дихлордифенилтрихлорметилметан (ДДТ) с соответствующими метаболитами) определяли методом газовой хроматографии на приборе «Цвет-800». Определение тяжелых металлов осуществлялось на атомно-абсорбционном спектре «МГА – 915».

Оценка уровня загрязнения воды проводилась на основании сезонного отбора проб воды. Содержание тяжелых металлов и остаточных количеств пестицидов в водоемах по районам юга области отображено в *таблице 1*.

*Таблица 1*

*Содержание тяжелых металлов и остаточных количеств пестицидов в водоемах по районам юга Тюменской области.*

Наименование района	Свинец, мг/дм <sup>3</sup>	Мышьяк, мг/дм <sup>3</sup>	Кадмий, мг/дм <sup>3</sup>	Ртуть, мг/дм <sup>3</sup>	ГХЦГ, мг/дм <sup>3</sup>	ДДТ, мг/дм <sup>3</sup>
Оз. Бугунчик (Нижнетавдинский)	0,0034	0,0056	0,0018	не обнаружено	$0,2 \cdot 10^{-4}$	$0,5 \cdot 10^{-5}$
Оз. Грязное (Исетский)	0,0056	0,0098	0,0025	не обнаружено	$0,2 \cdot 10^{-4}$	не обнаружено
Оз. Чищаево (Сладковский)	0,0048	0,0025	0,0038	не обнаружено	$0,37 \cdot 10^{-4}$	$0,8 \cdot 10^{-5}$
Оз. Андреевское (Ялуторовский)	0,0018	0,0046	0,0028	не обнаружено	$0,26 \cdot 10^{-4}$	$0,85 \cdot 10^{-5}$
Оз. Б-Ельниское (Ярковский)	0,0037	0,0046	0,0018	не обнаружено	$0,1 \cdot 10^{-4}$	$0,12 \cdot 10^{-5}$
Оз. Андреевское (Тюменский)	0,0055	0,0017	0,0008	не обнаружено	$0,1 \cdot 10^{-4}$	$0,12 \cdot 10^{-5}$
ПДК, мг/л не более	0,006	0,05	0,005	0,00001	0,002	0,002

Из приведенных исследований видно, что изучаемые химические элементы находились в пределах допустимых норм. Концентрация свинца находилась в интервале 0,0018-0,0056 мг/дм<sup>3</sup>, при этом в оз. Грязное (Исетский район) – 0,0056 мг/дм<sup>3</sup> и оз. Андреевское (Тюменский район) - 0,0055 мг/дм<sup>3</sup> значения элемента были близкими к ПДК. Максимальное значение накопления мышьяка наблюдалось в оз. Грязное (Исетский район) 0,0098 мг/дм<sup>3</sup> при 0,05 мг/кг ПДК, в водоемах остальных районов данные показатели находились в несколько сотен раз меньше предельно допустимых нормативов. Содержание ртути во всех исследуемых образцах не обнаружено. Исследования содержания кадмия в озёрах Тюменской области показали, что данный элемент варьирует от 0,0008 до 0,0038 мг/дм<sup>3</sup> и не превышает допустимых норм.

Количественная оценка содержания пестицидов в воде, проведенная по результатам исследований методом газовой хроматографии, показывает, что в воде открытых водоемов, обнаружилось 0,00001-0,00004 мг/л ГХЦГ и 0,0000012-0,0000085 мг/л ДДТ, что значительно ниже ПДК. Рыбы способны аккумулировать тяжелые металлы и пестициды даже в тех случаях, когда

содержание их в воде не превышает предельно допустимые нормы. Под действием токсических веществ в организме рыб могут происходить патологические изменения на молекулярном, организменном и популяционном уровнях. Водные организмы чутко реагируют на изменения среды, в том числе и на концентрацию загрязняющих металлов и биогенных элементов в воде. Поэтому исследование и контроль изменения уровней содержания металлов, пестицидов в организмах рыбы (карась) актуальны и необходимы (табл. 2).

Таблица 2

Содержание тяжелых металлов и остаточных количеств пестицидов в рыбе (карась) по районам юга Тюменской области.

Наименование района	Свинец, мг/кг	Мышьяк, мг/кг	Кадмий, мг/кг	Ртуть, мг/кг	ГХЦГ, мг/кг	ДДТ, мг/кг
Оз. Бугунчик (Нижнетавдинский)	0,2842	0,0378	0,0054	0,0050	$0,15 \cdot 10^{-3}$	$0,2 \cdot 10^{-4}$
Оз. Грязное (Исетский)	0,2554	0,1476	0,0645	0,0045	$0,16 \cdot 10^{-3}$	не обнаружено
Оз. Чицаево (Сладковский)	0,2679	0,0882	0,0226	0,0050	$0,18 \cdot 10^{-3}$	$0,8 \cdot 10^{-5}$
Оз. Андреевское (Ялуторовский)	0,2475	0,0434	0,0812	0,0012	$0,18 \cdot 10^{-3}$	$0,6 \cdot 10^{-4}$
Оз. Б-Ельниское (Ярковский)	0,1038	0,0174	0,0181	0,0065	$0,28 \cdot 10^{-4}$	$0,6 \cdot 10^{-4}$
Оз. Андреевское (Тюменский)	0,2235	0,0617	0,0567	0,0020	$0,16 \cdot 10^{-4}$	$0,7 \cdot 10^{-4}$
ПДК, мг/кг не более	1,0	0,2	1,0	0,3	0,03	0,3

Из результатов исследований образцов рыбы (карась) следует, что содержание свинца колеблется в пределах от 0,1038 до 0,2842 мг/кг, максимальное значение составило 0,28 мг/кг в оз. Бугунчик (Нижнетавдинский район), что в 3,6 раза меньше ПДК. Содержание кадмия и ртути было в несколько раз ниже предельно допустимых концентраций. Значения мышьяка находились в интервале 0,0174-0,1476 мг/кг при ПДК 1,0 мг/кг.

Количественное содержание ртути было отмечено на уровне 0,0012-0,0065 мг/кг и находилась на уровне предельно допустимых концентраций. Содержание пестицидов колеблется в пределах от 0,00015 до 0,00028 мг/кг ГХЦГ, 0,000016-0,00006 мг/кг ДДТ и не превышает ПДК. В рыбе (карась) содержание изучаемых токсикантов значительно выше, чем в воде водоема. Если сравнить отношение количества тяжелых металлов и остаточных количеств пестицидов в рыбе к его содержанию в воде, то можно констатировать значительное накопление элементов в объектах водоема.

Следует иметь в виду, что в ряде случаев при длительном поступлении в организм малых доз тяжелых металлов, пестицидов и при отсутствии у них выраженных кумулятивных свойств они могут вызывать ряд существенных нарушений в биохимических и физиологических системах организма.

Таким образом, анализ концентраций металлов и остаточных количеств пестицидов в водоемах и рыбе (карась) свидетельствует о благоприятной обстановки представленных районов Тюменской области. При переходе пестицидов и тяжелых металлов из воды в другие биологические звенья цепи

происходит увеличение их содержания. В этом случае в организм человека с водной флорой и фауной, используемой в качестве пищевых продуктов, могут попадать значительные количества экотоксикантов.

#### *Примечание*

1. Чернова, Е. Н., Марченко, А. Л., Христофорова, Н. К., Ковалев, М. Ю., Кавун, В. Я. Уровни содержания тяжелых металлов в органах карася серебряного (*Carassius auratus gibelio*) из водоемов южного Приморья // Экологические проблемы использования морских акваторий: Мат. Междунар. конф., 26-29 октября 2006 г. – Владивосток, 2006. – С. 203-206.
2. Медведь Л. И. Гигиена и токсикология пестицидов и клиника отравлений / Ю. С. Каган, К. К. Врочинский, М. Н. Рыбакова и др. – Киев, 1967. – 62 с.

## **РЕСУРСЫ ВОДОПЛАВАЮЩИХ ПТИЦ ТЮМЕНСКОЙ ОБЛАСТИ**

*Гашев С. Н., д.б.н., профессор, Тюменский госуниверситет, г. Тюмень*

*Аннотация. В работе дана оценка ресурсов промысловых водоплавающих птиц в природных районах Тюменской области, рассмотрена общая динамика численности, ее возможные причины.*

## **WATERFOWLS RESOURCES IN TYUMEN REGION**

*Gashev S. N., Doctor of Biological Sciences, Professor, Tyumen State University, Tyumen*

*Abstract. Given is the evaluation of game waterfowls resources in natural areas of Tyumen region. Considered is overall dynamics of population and its potential reasons.*

Одним из безусловно важных как с точки зрения устойчивости сообществ и водных экосистем в целом, так и в практическом плане в охотничьем хозяйстве, является вопрос о состоянии популяций охотничье-промысловых видов водоплавающих птиц, в том числе и о ресурсах этой группы животных в разных природных районах Западно-Сибирской равнины в пределах Тюменской области, включая и автономные округа (ХМАО-Югра и ЯНАО).

Западная Сибирь – наиболее богатая водоплавающими часть РФ, а долина Оби и озерные районы юга региона – одни из основных мест их массового гнездования. Только в тундре и лесотундре региона осенняя численность водоплавающих в середине 60-х гг. XX в. равнялась почти 4 млн. птиц. В Зауральской и Ишимской лесостепи осенний запас птиц составлял 2,7 млн. птиц. Проведение инвентаризации птиц на территории Тюменской области (см.: рис. 1) позволяет считать, что экологическая группа водоплавающих птиц здесь насчитывает 45 видов: 44 вида отряда Гусеобразных (ANSERIFORMES) и 1 вид отряда журавлеобразных (GRUIFORMES) [1].

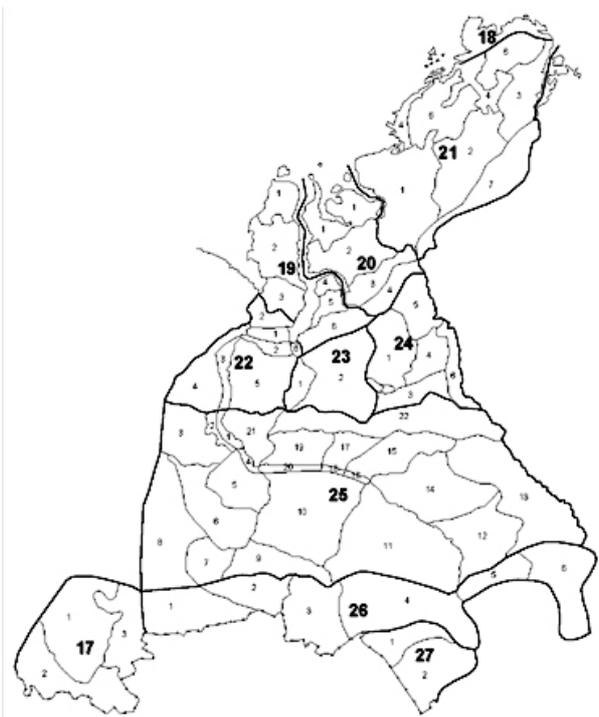


Рис. 1. Орнитологическое деление территории Западной Сибири на природные районы и провинции (расшифровку номеров природных районов см.: в табл. 1).

Однако, практическое значение, в виду случайного характера пребывания на территории ряда видов, имеют лишь 35 видов, экспертная численность которых представлена в таблице 1. Для расчета абсолютного обилия этих видов использована база данных «Ресурсы водоплавающих птиц России» В. Г. Виноградова и В. Г. Кривенко [2], дополненная по ряду видов материалами В. И. Азарова [3] и нашими собственными данными [4, 5]. При этом нужно иметь в виду, что такие виды как черная и краснозобая казарки, пискулька, малый лебеди, клоктун, белоглазый и красноносый нырки, турпан и савка относятся к редким, нуждающимся в охране [6, 7] и поэтому не имеют реального промыслового значения.

Таблица 1  
Ресурсы основных видов водоплавающих птиц Тюменской области после сезона размножения по природным районам (тыс. особей).

Виды птиц	Срединная лесостепь (26)	Срединная тайга (25)	Двубье (22)	Надымовский район (23)	Газовский район (24)	Ямальский район (19)	Гыданский район (20)	Итого по Тюменской области
Серый гусь	30	1,6	0,8	0	1,5	0	0	33,9
Белошекая казарка	0	0	0	0	0	0	1	1
Черная казарка	0	0	0	0	0	5	7	12
Краснозобая казарка	0	0	0	0	0	3,5	7	10,5
Белолобый гусь	0	0	0	0	0	261,4	300	561,4
Пискулька	0	0	0	0	1,8	7,9	2,3	12

Гуменник	0	10,3	2,7	63	30,5	161,7	139	407,2
<i>Итого гуси</i>	<i>30</i>	<i>11,9</i>	<i>3,5</i>	<i>63</i>	<i>33,8</i>	<i>439,5</i>	<i>456,3</i>	<i>1038</i>
Лебедь-шипун	0,18	0	0	0	0	0	0	0,18
Лебедь-кликун	1,5	19	11,6	17	12,7	7,7	5,6	75,1
Малый лебедь	0	0	0	0	0	3,2	1,7	4,9
<i>Итого лебеди</i>	<i>1,68</i>	<i>19</i>	<i>11,6</i>	<i>17</i>	<i>12,7</i>	<i>10,9</i>	<i>7,3</i>	<i>80,18</i>
Огарь	0,01	0	0	0	0	0	0	0,01
Пеганка	1,1	0	0	0	0	0	0	1,1
<i>Итого земляные утки</i>	<i>1,11</i>	<i>0</i>	<i>0</i>	<i>0</i>	<i>0</i>	<i>0</i>	<i>0</i>	<i>1,11</i>
Кряква	320	378,6	6,5	0	17,1	0	0	722,2
Чирок-свистунок	35	978,2	1210	635	251	135,91	106	3351,11
Серая утка	100	5	0	0	0	0	0	105
Связь	22	465,4	931	70,8	76,5	22,8	62,5	1651
Шилохвость	40	2707	2140	520	172,5	528	372,5	6480
Чирок-трескунок	200	364,8	115,5	0	3	0	0	683,3
Широконоска	50	50,6	34,9	30,8	13	8	0	187,3
<i>Итого речные утки</i>	<i>767</i>	<i>4903,4</i>	<i>4437,9</i>	<i>1256,6</i>	<i>533,1</i>	<i>694,71</i>	<i>541</i>	<i>13133,71</i>
Белоглазый нырок	0,1	0	0	0	0	0	0	0,1
Красноносый нырок	0,06	0	0	0	0	0	0	0,06
Красноголовая чернеть	200	79,9	0	0	0	0	0	279,9
Хохлатая чернеть	100	1004,2	680	520	213,8	30	25	2573
Морская чернеть	0	29	18	290	107	356,1	190	990,1
Морянка	0	7,5	6,5	180	58,52	1412,6	1260	2925,12
Гоголь	9	138,5	40	56	59,7	5,1	6	314,3
Гага-гребенушка	0	0	0	0	0	70	150	220
Синьга	0	68	93	260	69,3	401,7	254,6	1146,6
Турпан	0,4	25,4	176,2	75	11,8	143,7	65	497,5
Савка	0,18	0	0	0	0	0	0	0,18
<i>Итого нырковые утки</i>	<i>309,64</i>	<i>1341,4</i>	<i>1013,7</i>	<i>1381</i>	<i>519,6</i>	<i>2419,2</i>	<i>1950,6</i>	<i>8935,14</i>
Луток	0,07	31,1	65	25	17	9,1	4,5	151,77
Длинноносый крохаль	0	7	0	51	0	71,5	24	153,5
Средний крохаль	0	0	0	0	28	0	0	28
Большой крохаль	0	19,3	6,8	14	15,5	5	0	60,6
<i>Итого крохали</i>	<i>0,07</i>	<i>57,4</i>	<i>71,8</i>	<i>76,2</i>	<i>60,8</i>	<i>85,6</i>	<i>28,5</i>	<i>380,37</i>
<i>Всего гусеобразных</i>	<i>1109,5</i>	<i>6336,2</i>	<i>5312,2</i>	<i>2793,8</i>	<i>1160</i>	<i>16426,8</i>	<i>2983,7</i>	<i>36122,2</i>
Лысуха	180	0	0	0	0	0	0	180
<i>Итого лысух</i>	<i>180</i>	<i>0</i>	<i>0</i>	<i>0</i>	<i>0</i>	<i>0</i>	<i>0</i>	<i>180</i>
<b>ВСЕГО</b>	<b>1289,5</b>	<b>6336,2</b>	<b>5312,2</b>	<b>2793,8</b>	<b>1160</b>	<b>16426,8</b>	<b>2983,7</b>	<b>36302,2</b>

*Примечание:* Запас птиц приведен только по тем провинциям природного района, которые входят в состав Тюменской области.

Как видно из *таблицы 1*, наиболее многочисленны 5 видов (шилохвость, чирок-свистунок, морянка, хохлатая чернеть и синьга), которые вместе составляют 45,4% от общих ресурсов. Из шести территориальных подразделений в пределах Тюменской области 45,3% общего запаса водоплавающих птиц приходится на Ямальский природный район. Наибольший пресс охоты приходится на популяции водоплавающих южных административных районов области (*см.: табл. 2*).

*Таблица 2*

*Распределение и численность водоплавающих птиц в южных районах Тюменской области в конце сезона размножения 2008 г.*

Район	Всего	Из них		Лысуха
		речные	нырковые	
Абатский	30138	28876	1262	17351
Армизонский	96893	68883	28010	31122
Аромашевский	11541	11189	352	202
Бердюжский	54530	26904	27626	30727
Вагайский	-	-	-	-
Викуловский	57447	51687	5760	5091
Голышмановский	1077	796	281	494
Заводоуковский	130	130	-	13
Исетский	13443	11330	2113	4124
Ишимский	23464	19381	4083	2844
Казанский	28744	17862	10882	6807
Нижнетавдинский	15367	12811	2556	128
Омутинский	35826	33840	1986	10669
Сладковский	117094	102230	14864	22297
Сорокинский	452	452	-	185
Тобольский	73400	Все утки вместе		-
Тюменский	13284	Все утки вместе		-
Уватский	87120	Все утки вместе		4124
Упоровский	15886	Все утки вместе		-
Юргинский	61738	54809	6929	197
Ялуторовский	22405	19088	3317	1976
Ярковский	27149	Все утки вместе		100
<b>ИТОГО</b>	<b>787128</b>			<b>138451</b>

Это связано и с более высокой плотностью населения здесь, и с хорошо развитой дорожной сетью, делающей доступной для охотников практически любые уголья. Кроме того, общее изменение климата в последние годы, характеризующееся повышением континентальности (в летний сезон это проявляется в повышении средних температур и снижении количества осадков, усиливающих аридизацию), неблагоприятно для водоплавающих именно на лесостепном юге области.

Анализ *таблицы 2* показывает, что запас водоплавающих птиц на юге области в конце первого десятилетия XXI века ниже описанных ранее ресурсов для этой части региона (*табл. 1*), что, на наш взгляд, в первую очередь

определяется неблагоприятным трендом климатических флуктуаций [8]. Однако, эти же факторы способствуют продвижению на север видов птиц из более южных и засушливых районов Северного Казахстана, увеличивая видовое богатство и разнообразие в южных районах Тюменской области [9].

#### *Примечание*

1. Гашев, С. Н. База данных «Рабочее место орнитолога» Свидетельство № 2012620405 (зарегистрировано в Реестре баз данных 3 мая 2012).
2. Виноградов, В. Г., Кривенко, В. Г. Ресурсы водоплавающих птиц России: [Электронный ресурс] – Ресурс доступа: <http://biodat.ru/doc/ducks/index.html>
3. Азаров, В. И. Редкие животные Тюменской области и их охрана. – Тюмень, 1996. – 238 с.
4. Шамшурина, Л. Н., Гашев, С. Н. Орнитофауна Тюменской области / Ежегодник ТОКМ-1997. Тюмень: ТОКМ, 1999. – С. 179-188.
5. Бахмутов, В. А., Прокопьев, В. И., Редикульцев, А. Г., Дробышевский, В. П., Гашев, С. Н. Расширение ареала и состояние популяции красноногого нырка (*Netta rufina* (Pallas, 1773)) в Тюменской области: факты и возможные причины // Вестник экологии, лесоведения и ландшафтоведения. – 2011. – № 11. – С. 50-54.
6. Красная книга Российской Федерации. – М.: АСТ «Астрель», 2001. – 863 с.
7. Красная книга Тюменской области. – Екатеринбург: Изд-во УрГУ, 2004. – 496 с.
8. Гашев, С. Н. Население птиц Западно-Сибирской равнины в условиях глобального изменения климата // Вестник Тюменского государственного университета. – 2012. – № 6. – С. 6-15.
9. Гашев, С. Н. Охрана биоразнообразия птиц в трансграничных угодьях России и Казахстана на территории Западной Сибири // Биологические науки Казахстана. – 2010. – № 3. – С. 144-149.

### **ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПАЛЕОЗОЙСКИХ ЦЕОЛИТОВ ДЛЯ ОЧИСТКИ ВОД ОТ АММОНИЙНОГО АЗОТА И СОПУТСТВУЮЩИХ КАТИОНОВ**

*Германова Т. В., к.т.н., доцент; Валиева И. Р., аспирант, ТюмГАСУ, г. Тюмень*

*Аннотация. Представлены результаты опытов по извлечению аммонийного азота и сопутствующих катионов из модельного раствора, состав и содержание катионов в котором гипотетически примерно соответствует возможному нахождению их в сточных водах промышленных предприятий. По результатам работ лучшие результаты получены при использовании Na-форм клиноптилолита и цеолит-монтмориллонитовых туффитов Берегового и Мысовского месторождений.*

### **THE PROSPECTS OF PALAEOZOIC ZEOLITES UTILIZING FOR WATER PURIFICATION FROM AMMONIUM NITROGEN AND ATTENDANT CATIONS**

*Germanova T. V., PhD (Technical Sciences), Associate professor; Valieva I. R.,  
postgraduate; TSUACE, Tyumen*

*Abstract. Presented are the results of testings on extracting of ammonium nitrogen and attendant cations from the modeling solution, in which composition and content of cations are hypothetically equal to their probable estimation in industrial enterprises waste water. According to the testing results the best results were obtained with the using of clinoptilolite Na-forms and zeolite-montmorillonite tuffites of Beregovoj and Mysovskoj fields.*

Увеличение концентрации соединений азота и сопутствующих токсичных металлов в природных и сточных водах – одна из важнейших проблем современного хозяйственно-питьевого водоснабжения. Наблюдаются различные типы загрязнения – промышленное, сельскохозяйственное, коммунально-бытовое. В настоящее время уже в атмосферных осадках промышленных районов концентрации As, Se, Sb, Cr, V, Cu, Zn, Pb, Cd, Ag, Hg, Ni и ряда других элементов превышают фоновые концентрации [2].

Обычно очистка бытовых стоков осуществляется коагуляцией, отстаиванием с последующей фильтрацией через песчаный фильтр. Однако фильтрация через песок не обеспечивает предельно допустимых концентраций аммонийного азота, содержание которого не должны превышать 2 мг/л в водах хозяйственно-бытового назначения, а в водах по разведению рыбы не более 0,05 мг/л. [4]. Поэтому необходимо использование минеральных ионообменных фильтрующих материалов. С этой точки зрения интересно применение природных цеолитов, обеспечивающих высокую эффективность и низкую себестоимость кондиционирования вод.

Нами проведены опыты по извлечению аммонийного азота и сопутствующих катионов из модельного раствора, состав и содержание катионов в котором гипотетически примерно соответствует возможному нахождению их в сточных водах промышленных предприятий [3]. Опыты ставились в лаборатории ООО «Литос», а анализы выполнены в аттестованной химико-аналитической лаборатории ОАО «Тюменская Центральная лаборатория» под руководством В. П. Таншер. По результатам работ лучшие результаты получены при использовании Na-форм клиноптилолита и цеолит-монтмориллонитовых туффитов Берегового и Мысовского месторождений. При использовании зернистых фильтров происходит значительное извлечение как аммонийного азота, так и сопутствующих катионов.

Опыты проводились на зернистых фильтрах с содержанием ионообменных минералов 95-97%, фракции 0,3-0,66 мм при температуре 200С, скорость протекания фильтруемого раствора 2,6 м/ч. (см.: табл. 1).

Использование Na-формы клиноптилолита и клиноптилолит-монтмориллонитовых туффитов в соотношении 1:1 обеспечило 100% извлечение NH<sub>4</sub><sup>+</sup> 100-120 литров очищенного модельного раствора (примерно 200-240 раз превышающих объём зернистого фильтра). При этом наблюдается практически 100%-ное извлечение крупных катионов Pb<sup>2+</sup>, Sr<sup>2+</sup>, Fe<sup>2+</sup>, Ni<sup>2+</sup>, Mn<sup>2+</sup>, Zn<sup>2+</sup>; сорбция Cd<sup>2+</sup>, Co<sup>2+</sup>, Cu<sup>2+</sup> при 90-95% практически прекращается на 50-100 объеме. Проведенная регенерация 5% раствором NaCl восстанавливало ионообменную способность зернистых фильтров. Следует отметить, что после

десорбции увеличилось извлечение из модельного раствора на 10-20% стронция, аммиака, железа, цинка, никеля, кобальта; уменьшилось на 10-30% извлечение меди, кадмия; практически не наблюдалась регенерация при холодной десорбции марганца. Десорбция марганца при горячей (при температуре раствора 50-800 С) регенерации восстанавливался на 50-70%.

Таблица 1

*Состав модельного раствора на дистиллированной воде.*

Катион	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	Pb <sup>2+</sup>	Sr <sup>2+</sup>	Cu <sup>2+</sup>	Zn <sup>2+</sup>	Co <sup>2+</sup>	Ni <sup>2+</sup>	Fe <sup>3+</sup>	Cd <sup>2+</sup>	Mn <sup>2+</sup>
Концентрация (мг/л)	20,0	2,8	20,0	2,1	2,5	2,5	2,5	3,9	2,0	0,4

Судя по результатам анализов максимальное количество ионов снималось с фильтров (60-70% в первых 5-7 колоночных объемах раствора десорбции). Десорбция практически прекращается после пропускания по сорбции на Са-формах клиноптилолита и цеолит-монтмориллонитовых туффитов показали относительно низкие результаты. Можно предположить, что низкое извлечение обусловлено кинетическими факторами, так как скорость обмена однодвухвалентных катионов приблизительно на порядок меньше, чем скорость одновалентных, разделение аммония и стронция на Са-форме сорбента сравнима с Na-формой. Проверено изучение влияния ионов K<sup>+</sup>, Na<sup>+</sup>, Ca<sup>2+</sup> на извлечение аммония из модельных растворов, состав которых дан в таблице 2.

Таблица 2

*Катионный состав модельного раствора.*

Вид раствора	Содержание катионов, мг/л				
	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Pb <sup>2+</sup>
Модельный раствор	21,2	14,9	49,0	52,2	3,1

Вид раствора	Содержание катионов, мг/л					
	Sr <sup>2+</sup>	Cd <sup>2+</sup>	Co <sup>2+</sup>	Zn <sup>2+</sup>	Cu <sup>2+</sup>	Ni <sup>2+</sup>
Модельный раствор	3,1	1,9	3,6	3,6	0,9	2,4

Полученные данные показали, что сопутствующие ионы не влияют на сорбцию NH<sub>4</sub><sup>+</sup> (сорбция 95-97%). Наблюдается почти 100% поглощение крупных катионов Pb<sup>2+</sup>, Sr<sup>2+</sup>, однако ионы меньших размеров извлекаются слабее, чем в модельном растворе из-за присутствия в реальной сточной воде конкурирующих ионов Na<sup>+</sup>, K<sup>+</sup> и Ca<sup>2+</sup>. Увеличение размера зерен фильтра до 1-2 мм и скорость течения раствора до 4 м/ч оказывает небольшое уменьшение (на 10-20%) извлечения NH<sub>4</sub><sup>+</sup> из воды. При этих опытах объем модельного раствора, пропущенной через фильтр до проскока в фильтрат NH<sub>4</sub><sup>+</sup>, в 120-150 раз превышал объем сорбента. Объемная емкость цеолитовых и цеолит-монтмориллонитовых пород при расчете на 100%-ное удаление NH<sub>4</sub><sup>+</sup> из сточных вод составляет 0,4 мг·экв/г (5,6 мг на 1 г фильтра).

Регенерация фильтров проводилась 5,0-ным раствором NaCl, при этом как и в опытах с модельным раствором обменная емкость по NH<sub>4</sub><sup>+</sup> восстанавливалась полностью. Увеличение содержания в десорбирующем растворе NaCl с 5 до 10,0% не влияет на сорбционные свойства фильтра. Время регенерации составляло 6,5-7,0 часов при скорости течения раствора 2,4-4,0

м/ч. Основное количество аммония десорбировалось в течении первого часа. В регенерационном растворе в 1 час регенерации концентрация  $\text{NH}_4^+$  составила 270-470 мг/л. Данный раствор может быть после восстановления использован повторно. Раствор, пропущенный в течение последующих часов, пригоден на начальных стадиях последующих регенераций. Можно рекомендовать вести регенерацию в течение 3-3,5 часов с последующим восстановлением отработанного раствора, используя воздушную отдувку аммиака.

По результатам предлагается следующая последовательность очистки вод от аммонийного азота: 1. Фильтрация вод через зернистый фильтр (цеолитовый и цеолитмонтмориллонитовый); 2. Регенерация отработанного фильтра 5% раствором поваренной соли; 3. Для повторного использования регенерационный раствор восстанавливается путем отдувки аммиака воздухом из раствора; 4. Выделившийся аммиак утилизируется водой или раствором серной кислоты с целью получения соответственно аммиачной воды или сульфата аммония, который можно использовать в качестве удобрений.

Таким образом, исследованные палеозойские цеолитовые и цеолитмонтмориллонитовые породы (с содержанием ионообменных минералов 95-97%) перспективны для применения по очистке сточных и поверхностных вод от аммонийного азота и сопутствующих катионов. В этом процессе очистки вод они не уступают синтетическим и более молодым природным цеолитам, а по эффективности удаления Sr, Cu, Zn, Fe намного превосходят последние.

#### *Примечание*

1. Валиева, И. Р., Нефедов, В. А. Вещественный состав и свойства ионообменных минералов (цеолитов) Урала и их применение // Вопросы науки и техники: Мат. междунауч. научно-практ. конф. Ч. II. – Новосибирск: «ЭКОР-книга», 2012. – С. 98-104.

2. Крайнов, С. Р., Швец, В. М. Гидрохимия. – М.: Недра, 1992. – С. 372-382.

3. Серпокрылов, Н. С., и др. Экология очистки сточных вод физико-химическими методами. – М.: Изд-во Ассоциации строительных вузов, 2009. – С. 20-21.

4. Челищев, Н. Ф., Володин, В. Ф., Крюков, В. Л. Ионообменные свойства природных высококремнистых цеолитов. – М.: Наука, 1988. – 129 с.

### **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ХЛОРИДА ЦЕТИЛПЕРИДИНИЯ ДЛЯ УСТРАНЕНИЯ НЕОРГАНИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ ФОСФОРА В ПРОЦЕССЕ МИЦЕЛЛЯРНОЙ УЛЬТРАФИЛЬТРАЦИИ\***

*Górna J., mgr inż., Politechnika Wroclawska, Polska*

*Аннотация. Мицеллярная ультрафильтрация (MEUF) представляет собой гибрид обычного процесса ультрафильтрации со способностью поверхностно-активных веществ к образованию мицелл. Это изменение позволяет удалять низкомолекулярные неорганические загрязнения, что ранее было невозможным из-за размера пор мембраны ультрафильтрации. В статье*

---

\* Публикация финансируется совместно с Европейским социальным фондом в рамках оперативной программы Human Capital (Publikacja dofinansowana ze środków Europejskiego Funduszu Społecznego w ramach Programu Operacyjnego Kapitał Ludzki).

*представлено влияние концентрации сурфактантов на коэффициент ретенции неорганических соединений фосфора из водных растворов. Испытания проводились на двух мембранах с различными значениями молекулярной массы с использованием катионного поверхностно-активного вещества — хлорида цетилпиридиния.*

## **UTILIZING CETYLPYRIDINIUM CHLORIDE FOR PHOSPHORUS INORGANIC COMPOUNDS REMOVAL DURING THE MICELLAR ULTRAFILTRATION PROCESS**

*Górna J., Master's student, Wrocław Polytechnic, Poland*

*Abstract. Micellar ultrafiltration (MEUF) presents itself as the hybrid of the common process of ultrafiltration with the ability of surface-active particles to micelle formation. This changing enables to remove low-molecular inorganic contaminations, being impossible earlier due to the ultrafiltration membrane pore size. The paper deals with the influence of surfactant concentration on the retention coefficient of phosphorus inorganic compounds from water solutions. The testings were conducted on two membranes having different levels of molecular weight using the cationic surface-active substance – cetylpyridinium chloride.*

Мицеллярная ультрафильтрация (MEUF) представляет собой гибрид обычного процесса ультрафильтрации со способностью поверхностно-активных веществ к образованию мицелл. Это изменение позволяет удалять низкомолекулярные неорганические загрязнения, что ранее было невозможным из-за размера пор мембраны ультрафильтрации. В статье представлено влияние концентрации сурфактантов на коэффициент ретенции неорганических соединений фосфора из водных растворов. Испытания проводились на двух мембранах с различными значениями молекулярной массы с использованием катионного поверхностно-активного вещества — хлорида цетилперидиния.

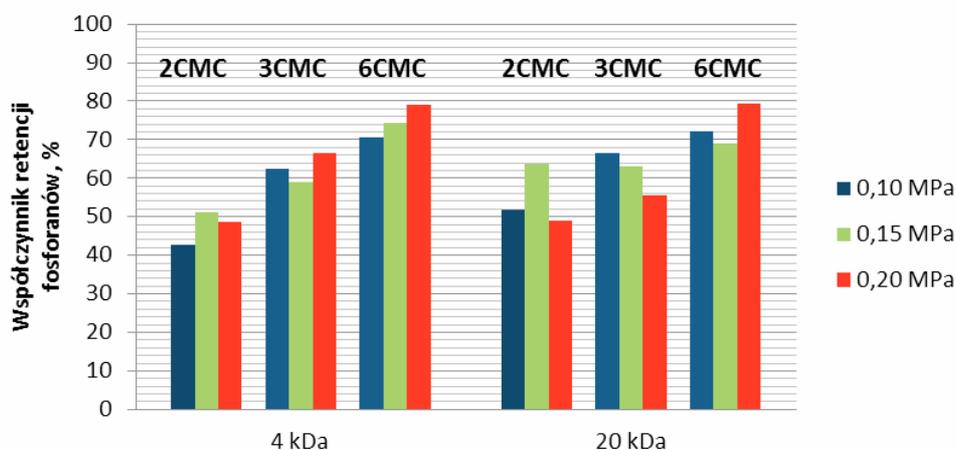
Соединения фосфора попадают в воду, прежде всего в процессе эрозии почвы, выветривания скал и растворения минералов, а также сброса сточных вод и с атмосферными осадками. Концентрация соединений фосфора в воде в основном зависит от степени загрязнения воды, и является переменной величиной в зависимости от сезона. В летнее время повышается биологическая активность водорослей, которые потребляют больше фосфора, поэтому его содержание в поверхностных водах значительно меньше, чем в других сезонах. Осенью концентрация фосфатов в воде увеличивается, чтобы достичь максимальной величины в зимнее время при практическом отсутствии биологических процессов [1, 2, 3].

*Процесс мицеллярной ультрафильтрации.* В данном методе органические загрязнения маленьких размеров солюбилизируются в мицеллах, а ионные загрязнители с противоположным зарядом (по отношению к сурфактанту) связываются на поверхности мицеллы [5, 6]. Образующиеся мицеллы характеризуются большим размером, чем диаметр пор мембран, поэтому через

поры проходят только загрязнения, не связанные в мицеллы и мономеры сурфактанта [7, 8, 9]. Преимуществами процесса MEUF является возможность применения низкого давления и сильный напор пармеата (как в ультрафильтрации), очень хорошая сепарация (как в случае обратного осмоса).

*Материалы и методы испытаний.* В исследовании были использованы коммерческие плоские мембраны Microdyn Nadir, сделанные из полиэфирсульфона (cut-off 4 и 20 кДа, потоки дистиллированной воды составляли соответственно 0,41 и 2,83 м<sup>3</sup>/м<sup>2</sup>сутки (при давлении 0,2 МПа). Мицеллярная ультрафильтрация была проведена в камере Amicon 8400. Всего объем камеры составлял 350 см<sup>3</sup>, а диаметр мембраны был равен 76 мм. В процессе непрерывного перемешивания была предоставлена камера контентной фильтрации. Трансмембранное давление было равно 0,10, 0,15 и 0,20 МПа. Исследование было проведено с использованием поверхностно-активного вещества хлорида цетилперидиния. Концентрация ПАВ составляла 644,4 мг/дм<sup>3</sup>, 966,6 и 1933,2 мг/дм<sup>3</sup>.

*Результаты.* Анализируя эффективность удаления фосфатов из воды, можно сделать вывод, что с увеличением концентрации сурфактанта (СРС) повышается эффективность очистки. Это соотношение является более заметным для мембраны cut-off, равным 4 кДа, что показано на *рисунке 1*. Показатель ретенции при 2 СМС осциллировал в диапазоне от 42 до 63%, а при 3 СМС – от 55 до 66%. Наиболее высокие значения РО43-разделения ионов было получено для СМС 6 – в диапазоне от 69 до 79%.



*Рис. 1.* Влияние параметров мембраны, давления и концентрации сурфактанта на показатель ретенции фосфатов.

Увеличение концентрации ПАВ привело к значительному увеличению эффективности очистки водного раствора. Однако степень очистки не достигла 90%, поэтому результаты необходимо верифицировать. Замечено влияние трансмембранного давления на эффективность очистки раствора. При давлении равным 0,2 Мпа ретенция для концентрации СРС при 6 СМС была равна около 79%. Значения при 0,1 МПа и 0,15 МПа, для 6 – СМС колебались в пределах 70-74%. Следствием блокировки пор является снижение потока пармеата во время работы мембраны. При оценке чувствительности мембран на блокировку

было установлено, что для мембраны cut-off 20 кДа получены более высокие значения относительной проницаемости ( $J/J_0$ ) (см.: рис. 2).

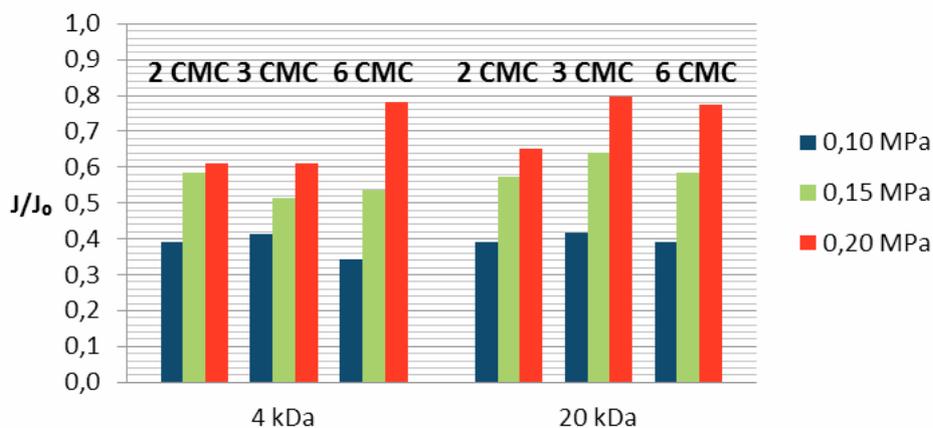


Рис. 2. Влияние параметров мембраны, давления и концентрации сурфактанта на пропускающую способность мембран в процессе MEUF.

**Выводы:** Проведенное исследование не дает удовлетворительных результатов, однако, показывает полезность мицеллярного процесса ультрафильтрации при удалении неорганических соединений фосфора из водных растворов. Эффект очистки при использовании хлорида цетилперидиния оказался неудовлетворителен (менее 90 %), следовательно необходимо проводить дальнейшие исследования в данном направлении с использованием других ПАВ, материалов, мембран и параметров.

#### Примечание

1. J. Dojlido, *Chemia wody*, Wydawnictwo Arkady, Warszawa, 1987.
2. A. Bielicka, I. Bojanowska, P. Ganczarek, K. Świerk, *Azot i fosfor - substancje odżywcze czy toksyczne*, Konferencja Polska Chemia w Unii Europejskiej, Centrum Edukacji Nauczycieli, Gdańsk, czerwiec 2004.
3. A. L. Kowal, M. Świdorska-Bróż, *Oczyszczanie Wody*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa, 2009.
4. J. F. Scamehorn, J. H. Harwell, *Surfactant-Based Separation Processes*, Marcel Dekker, New York 1989.
5. J. F. Scamehorn, S. D. Christian, J. H. Harwell, D. A. Sabatini, *Surfactants in the Environment*, New Horizons: An AOCS/CSMA Detergent Industry Conference, R. T. Coffey, ed. AOCS Press, Champaign 1996, 79-96.
6. Y. Moroi, *Micelles: Theoretical and Applied Aspects*, Plenum Press, New York and London 1992.
7. K. Prochaska, M. Bielska, K. Dopierała, *Wybrane fizykochemiczne aspekty filtracji membranowej*, Membrany teoria i praktyka, Zeszyt III, Wykłady Monograficzne i Specjalistyczne, Toruń 2009.
8. M. Bodzek, K. Konieczny, *Usuwanie zanieczyszczeń nieorganicznych ze środowiska wodnego metodami membranowymi*, Wydawnictwo Seidel-Przywecki, Warszawa 2011.
9. K. Beak, B. Kim, J. Yang, *Application of micellar-enhanced ultrafiltration for nutrients removal*, *Desalination* 156 (2003), 137-144.

## ОПТИМИЗАЦИЯ РАБОТЫ ОЧИСТНЫХ СООРУЖЕНИЙ СТОЧНЫХ ВОД СЕВЕРНОГО ПОСЕЛКА

*Губина Н. А., к.т.н., доцент; Пинчук А. О., аспирант, Норильский  
индустриальный институт, г. Норильск*

*Аннотация. В данной исследовательской работе проводится анализ существующей технологической схемы очистных сооружений сточных вод северного поселка Тухард с целью выявления недостатков и разработки мероприятий по оптимизации их работы. В работе использованы результаты лабораторного контроля.*

## OPERATING OPTIMIZATION FOR WASTE-WATER TREATMENT PLANTS IN NORTHERN SETTLEMENT

*Gubina N. A., PhD (Technical Sciences), Associate professor; Pinchuk A. O.,  
postgraduate, Noril'sk Industrial Institute, Noril'sk*

*Abstract. The paper deals with the analysis of the existing flowsheet of waste-water treatment plants in the northern settlement Tuhard for the purpose of drawbacks exposing and working out measures for their operating optimization. In the research the results of laboratory monitoring were used.*

По стокообразованию поселок Тухард разделен на две части. Первая часть стоков с расходом 15-17 м<sup>3</sup>/час сбрасывается без очистки. Вторая часть – с расходом 40-45 м<sup>3</sup>/час подается на канализационную насосную станцию (КНС) очистных сооружений. Сточная вода поступает в приёмную камеру КНС объемом 19 м<sup>3</sup> через стационарную решётку с прозором 10 мм. Затем сточная вода двумя насосами производительностью 250 и 200 м<sup>3</sup>/час по трубопроводу диаметром 150 мм подается в приемный целевой лоток зоны аэрации установок КУ-200. Далее смесь поступает в отстойник. Активный ил шестью эрлифтами возвращается в зону аэрации, а осветленная сточная вода через треугольные прозоры собирается в лоток и отводится в целевой приёмный лоток «минерализатора». В существующей схеме «минерализатор» играет роль дополнительного отстойника. Затем сточные воды по трубопроводу выходят из здания установок КУ-200 и поступают в открытый лоток, куда заведены трубопроводы двух переливов из приемного бака сточных вод. Далее очищенная вода сбрасывается на грунт.

Обеззараживание производится раствором гипохлорита. Установлено два бака объемом 3м<sup>3</sup>: растворный и расходный баки. Размешивание происходит насосом. Подача раствора гипохлорита осуществляется тремя насосами дозаторами производительностью 25 л/ч в сборный лоток после отстойника. В цехе установлено 4 песчаных фильтра и 4 угольных фильтра, но в работу они не включены в связи с изменением расхода сточных вод. Аэрационная система –

дырчатые трубы. Подача воздуха на аэрацию осуществляется насосами ВВН-3 производительностью 200 м<sup>3</sup>/час. В работе один насос и два в резерве.

В процессе обследования были выявлены следующие недостатки:

- минерализатор в технологической схеме задействован как контактный резервуар без периодического отвода образующегося осадка. Это может привести к повторному загрязнению уже очищенных сточных вод;

- аэрация осуществляется не во всем объеме аэротенка, что приводит к загниванию осадка;

- из двенадцати эрлифтов возвратного ила два не работают, а один травит воздух непосредственно в зоне отстаивания. В зонах, где ил не отводится идет загнивание осадка с повышением загрязнений сточных вод. В местах выхода воздуха происходит взмучивание осадка, что приводит к повышению выноса взвешенных веществ;

- на КНС предусмотрена байпасная линия, но её не используют. Сточные воды поступают периодически и с большим расходом, что увеличивает гидравлическую нагрузку и снижает качество очистки. Анализ работы очистных сооружений сточных вод поселка показан в *таблицах 1, 2.*

*Таблица 1*

*Показатели сточных вод идущих на очистку.*

Показатель	1	2	3	4	Среднее значение
Водородный показатель (рН)	7,3	6,7	6,7	6,7	6,9
АПАВ, мг/мд <sup>3</sup>	0,04	0,07	0,0	0,03	0,03
Железо, мг/мд <sup>3</sup>	0,05	0,08	0,08	0,06	0,06
Сульфаты, мг/мд <sup>3</sup>	4,4	22,2	8,3	3,0	9,5
Фосфаты, мг/мд <sup>3</sup>	0,5	0,2	0,1	3,0	1,0
Хлориды, мг/мд <sup>3</sup>	3,5	4,2	4,8	3,7	4,1
БПК, мг/мд <sup>3</sup>	3,4	3,1	4,9	2,7	3,5
Взвешенные вещества, мг/мд <sup>3</sup>	9,6	4,4	3,2	2,1	4,8
Аммиак и ионы аммония, мг/мд <sup>3</sup>	0,7	0,6	0,5	1,2	0,8
Нитриты, мг/мд <sup>3</sup>	0,05	0,04	0,2	0,1	0,09
Нитраты, мг/мд <sup>3</sup>	0,0	0,8	1,3	0,5	0,07
Нефтепродукты, мг/мд <sup>3</sup>	0,02	0,05	0,02	0,03	0,03

*Таблица 2*

*Показатели сточных вод после очистки.*

Показатель	1	2	3	4	5	Среднее значение
Водородный показатель (рН)	7,5	6,7	6,5	6,6	6,4	6,7
АПАВ, мг/мд <sup>3</sup>	0,03	0,05	0,03	0,07	0,03	0,04
Железо, мг/мд <sup>3</sup>	0,7	0,09	0,06	0,06	0,07	0,07
Сульфаты, мг/мд <sup>3</sup>	3,2	18,8	11,4	6,0	3,7	8,6
Фосфаты, мг/мд <sup>3</sup>	0,4	0,1	0,1	0,9	0,7	0,4
Хлориды, мг/мд <sup>3</sup>	3,5	4,3	5,7	10,6	6,3	6,1
БПК, мг/мд <sup>3</sup>	3,2	3,5	6,3	6,3	2,1	4,3
Взвешенные вещества, мг/мд <sup>3</sup>	7,2	6,4	2,8	9,6	1,9	5,6
Аммиак и ионы аммония, мг/мд <sup>3</sup>	0,7	0,6	0,5	0,4	0,2	0,5
Нитриты, мг/мд <sup>3</sup>	0,2	0,1	0,3	0,02	0,05	0,1
Нитраты, мг/мд <sup>3</sup>	1,0	2,4	0,9	1,3	0,5	1,2
Нефтепродукты, мг/мд <sup>3</sup>	0,02	0,03	0,01	0,01	0,01	0,02

На основе анализа работы очистных сооружений сточных вод поселка предложены мероприятия по оптимизации их работы. Необходимы технологические меры по снижению температуры в зимний период, вместо биологической очистки в аэротенке следует использовать биотенк (аэротенк с плоскостной загрузкой), желательна фильтрационная доочистка сточных вод.

Предложения по оптимизации работы очистных сооружений сточных вод поселка представлены в *таблице 3*.

*Таблица 3*

*Перечень предлагаемых мероприятий*

Мероприятия	Ожидаемые результаты
Установка решетки в здании КНС	Уменьшение попадания крупных отбросов на биологическую очистку
Реконструкция установок, в установке БТФ	Увеличит производительность каждой установки с 200 до 400 м <sup>3</sup> /сутки. Увеличит эффективность очистки с достижением ПДК для водоемов рыбохозяйственной категории рыбопользования. Минерализатор использовать как первую зону аэротенка.
Строительство новой БТФ-400	Доведение общей производительности до 1200 м <sup>3</sup> /сутки.
Монтаж УФ установок взамен существующей системы обеззараживания гипохлоритом	Мгновенное обеззараживание. Экологически чистый процесс, не создающий в воде хлорорганические соединения, в том числе мутагены и канцерогены. Эффективен против вирусов. Не приводит к изменению запаха и цвета воды. Не связан применением опасных для людей химических веществ и не требующий реагентного хозяйства. Безопасное и простое обслуживание. Значительно дешевле, чем капитальные и эксплуатационные расходы при хлорировании и озонировании.

**БОНОВЫЕ ЗАГРАЖДЕНИЯ КАК СРЕДСТВО ЛОКАЛИЗАЦИИ ПОСЛЕДСТВИЙ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ВОДНОЙ ПОВЕРХНОСТИ РАЗЛИВАМИ НЕФТИ И НЕФТЕПРОДУКТОВ**

*Гузеева С. А., к.б.н., доцент; Гладинова В. И., студент, ТюмГАСУ, г. Тюмень*

*Аннотация. Разбираются проблемы загрязнения водной поверхности разливами нефти и способы их локализации при помощи боновых заграждений.*

**SLICK BARS AS MEANS TO LOCALIZE AFTERMATHS OF WATER SURFACE CONTAMINATION BY OIL AND OIL PRODUCTS SPILLS**

*Guzeeva S. A., PhD (Biological Sciences), Associate professor; Gladinova V. I., undergraduate, TSUACE, Tyumen*

*Abstract. Considered are problems of water surface contamination by oil and oil products spills and the means to localize them with the help of slick bars.*

Аварийные разливы нефти и нефтепродуктов, имеющие место на объектах нефтедобывающей и нефтеперерабатывающей промышленности, при транспортировке этих продуктов наносят ощутимый вред экосистемам, приводят к негативным экономическим и социальным последствиям. При повреждении подводных участков магистральных нефтепроводов происходит аварийный выброс значительного количества перекачиваемого продукта в реку или водоем. Нефть, попадая в воду, растекается вследствие ее гидрофобности по поверхности, образуя тонкую нефтяную пленку, которая перемещается со скоростью примерно в два раза большей, чем скорость течения воды. Движение нефтяного разлива зависит от ветра, течения и приливов. При соприкосновении с берегом и прибрежной растительностью нефтяная пленка оседает на них. Некоторые виды нефти опускаются (тонут) и движутся под толщей воды или вдоль поверхности в зависимости от течения и приливов. В результате загрязнения воды нефтью изменяются ее физические, химические и органолептические свойства, что существенно ухудшает условия обитания в воде животных и растений. Следует отметить, что загрязняемая таким образом среда обладает очень слабой способностью к самоочищению.

Независимо от характера аварийного разлива нефти и нефтепродуктов первые меры по его ликвидации должны быть направлены на локализацию пятен во избежание распространения дальнейшего загрязнения новых участков и уменьшения площади загрязнения. Определение максимально возможных размеров аварийных разливов нефти обычно производится в соответствии с требованиями постановления Правительства РФ «О неотложных мерах по предупреждению и ликвидации аварийных разливов нефти и нефтепродуктов» от 21.08.2000 № 613. При этом для трубопроводов рассматривается два гипотетических сценария: «трубопровод при порыве» (при этом максимально возможный объем разлившейся нефти принимается равным сумме 25% максимального объема прокачки в течение 6 часов и объема нефти между запорными задвижками на порванном участке трубопровода) и «трубопровод при проколе» (2% максимального объема прокачки в течение 14 дней).

Одним из основных этапов прогнозирования последствий аварийных разливов нефти является определение размеров загрязнения водной поверхности. Основным фактором, определяющим размеры нефтяного пятна на поверхности воды, является баланс сил поверхностного натяжения, гравитации и вязкого трения, а также скорость течения и ветра.

В инерционной фазе происходит достаточно быстрое растекание нефти по водной поверхности под действием силы тяжести. Для круглого нефтяного пятна с радиусом  $R$  и толщиной  $h$  можно записать:

$$R = k_{2u} \cdot \left( \frac{\rho_B - \rho_0}{\rho_0} \cdot g \cdot V \right)^{\frac{1}{4}} \cdot t^{\frac{1}{2}}, \quad (1)$$

где  $V = \pi h \cdot R^2$  - характерный объем нефтяного пятна;

$k_{2u}$  - коэффициент порядка единицы;

$\rho_B$  - плотность воды;

$\rho_0$  - плотность нефти;

$g$  - ускорение свободного падения;

$t$  - время разлива нефти.

Переход от инерционной фазы растекания нефтяного загрязнения к гравитационно-вязкой происходит тогда, когда увеличивающаяся толщина более вязкого пограничного слоя сравнивается по порядку величины с уменьшающейся в процессе растекания общей толщиной слоя нефти.

В гравитационно-вязкой фазе растекания пятна нефтяного загрязнения необходимо учитывать силы вязкого трения в пленке:

$$R = k_{2B} \cdot \left( \frac{\rho_B - \rho_0}{\rho_B} \cdot g \cdot V \cdot \nu^{-\frac{1}{2}} \right)^{\frac{1}{6}} \cdot t^{\frac{1}{4}}, \quad (2)$$

где  $k_{2B}$  - коэффициент порядка единицы;

$\nu$  - кинематический коэффициент вязкости нефти.

Сила поверхностного натяжения становится существенной, когда она по порядку величины сравнивается с градиентом давления. Такое условие наступает, когда толщина слоя нефти  $h$  в процессе растекания пятна достигает величины:

$$h_k = \left[ \sigma \cdot \left( \frac{\rho_B - \rho_0}{\rho_0} \right)^{-1} \cdot g^{-1} \cdot \rho^{-1} \right]^{\frac{1}{2}}, \quad (3)$$

где  $h_k$  - критическое значение толщины слоя нефти, при котором сила поверхностного натяжения становится существенной;

$\sigma$  - суммарное поверхностное натяжение, равное  $\sigma = \sigma_1 - \sigma_2 - \sigma_3$ ,

$\sigma_1, \sigma_2, \sigma_3$  - поверхностное натяжение на границах раздела «воздух – вода», «вода – нефть» и «воздух – нефть» соответственно;

$\rho_0$  - плотность нефти.

Для растекания пятна в фазе поверхностного натяжения получаем

$$R = k_{2t} \cdot \left( \frac{\sigma^2 \cdot t^3}{\rho^2 \cdot \nu} \right)^{\frac{1}{4}}, \quad (4)$$

где  $k_{2t}$  - коэффициент порядка единицы.

Необходимо отметить, что расширение пятна нефтяного загрязнения в фазе поверхностного натяжения в какой-то момент времени замедляется. Это происходит, когда толщина пленки нефти уменьшается до 20-30 мкм. В дальнейшем пятно может увеличиваться в размерах под действием механических сил движущейся водной массы. Предел роста пятна достигается при достижении толщины нефтяной пленки 1-20 мкм.

При локализации аварийного разлива нефти и нефтепродуктов применяются специальные устройства – боновые заграждения. Все боновые заграждения представляет собой конструкцию, состоящую из плавучей части (поплавка) и надводного барьера, исключающего вероятность растекания нефти. Боны оснащены так называемой юбкой – подводной частью, которая сдерживает основной объем собранной нефти. Для обеспечения устойчивости всей конструкции применяется балласт, посредством которого контролируется горизонтальное положение заградительных бонов. Заградительные боны буксируются с помощью специальных элементов продольного натяжения. Это тяговый трос, посредством которого боны вместе с локализованной нефтью транспортируются к месту, пригодному для проведения ликвидации (рис. 1).

Боновые заграждения в зависимости от эксплуатационного назначения подразделяются на три основных класса, представленных в *таблице 1*.

*Таблица 1*

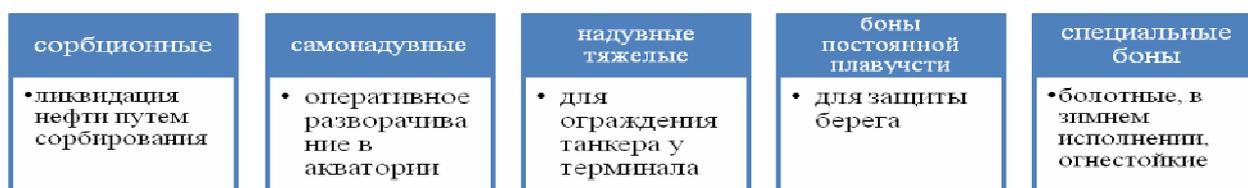
*Классы боновых заграждений.*

Класс	Эксплуатационное назначение
1	боны, используемые в пределах защищенных акваторий (рек и закрытых водоемов).
2	боны, применяемые для сбора нефти в прибрежной зоне (входы и выходы гаваней и портов).
3	Боны, применяемые на открытых акваториях.



*Рис. 1. Установка боновых заграждений.*

На *рисунке 2* представлены типы ограждающих бонов в соответствии с конструктивными особенностями:



*Рис. 2. Типы боновых заграждений, используемых на водной поверхности.*

Все типы боновых заграждений состоят из основных элементов:

- поплавок, обеспечивающего плавучесть бона;
- надводной части, препятствующей перехлестыванию нефтяной пленки через бонны (поплавок и надводная часть иногда совмещены);
- подводной части (юбки), препятствующей уносу нефти под бонны;
- груза (балласта), обеспечивающего вертикальное положение бонов относительно поверхности воды;
- элемента продольного натяжения (тягового троса), позволяющего бонам при наличии ветра, волн и течения сохранять конфигурацию и осуществлять буксировку бонов на воде;
- соединительных узлов, обеспечивающих сборку бонов из отдельных секций;
- устройств для буксировки бонов и крепления их к якорям и буям.

Несмотря на наличие различных модификаций этих устройств, на сегодняшний день наибольшее применение получил бон заградительный постоянной плавучести. Такие заградительные конструкции, помимо простоты и удобства использования, характеризуются надежностью, прочностью и долговечностью, что гарантирует их многократное эффективное применение. Более того, боновые заграждения (рис. 3), благодаря устойчивой конструкции, продемонстрировали наилучшие качества, как при буксировании, так и при использовании в условиях повышенных ветровых и волновых нагрузок.

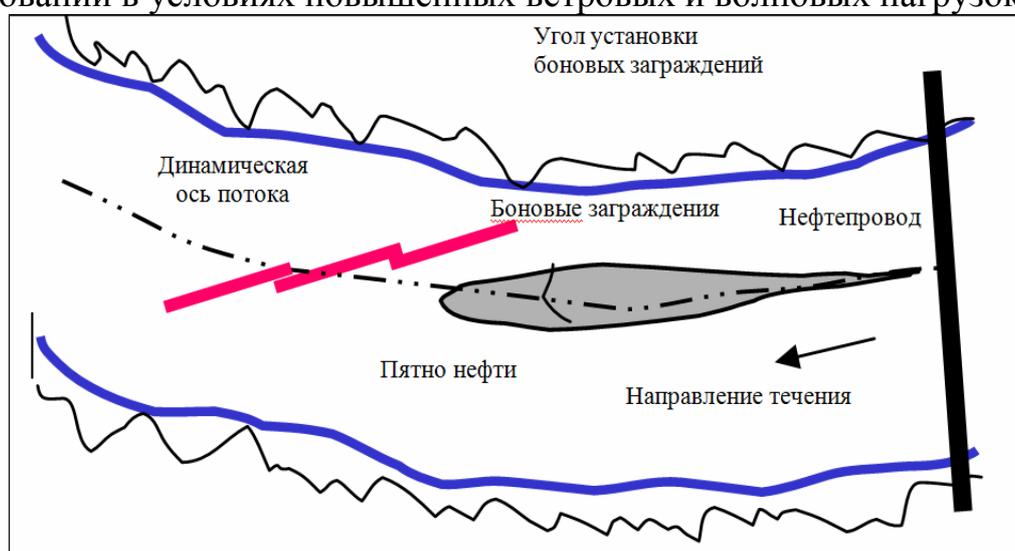


Рис. 3. Схема локализации и ликвидации аварийного разлива нефти на реках.

Каждая чрезвычайная ситуация, обусловленная аварийным разливом нефти и нефтепродуктов, отличается определенной спецификой. Эффективность операций по ликвидации разлива определяется в значительной мере временным фактором. На основании исходной информации об аварийном разливе нефти (место аварии, её масштабы, вид нефтепродуктов, гидрометеорологическая обстановка и др.) должны быть определены направление и скорость движения нефтяного пятна, разработано несколько сценариев ликвидации возможных аварийных ситуаций. После чего необходимо обеспечить выполнение организационно-технических мероприятий

по привлечению к работам, в зависимости от масштабов аварий необходимое количество боновых заграждений. В случаях крупномасштабных разливов необходимо предусмотреть способы и места утилизации собранных нефтепродуктов и отработанных сорбирующих материалов.

#### **Примечания**

1. Вылкован, А. И. Современные методы и средства борьбы с разливами нефти: научно-практическое пособие / А. И. Вылкован, Л. С. Венцюлис, В. М. Зайцев, В. Д. Филатов. – СПб.: Центр-Техинформ, 2000. – 328 с.

2. Гвоздииков, В. К., Захаров, В. М. Технические средства ликвидации разливов нефтепродуктов на морях, реках и водоемах: Спр. пособие. – Ростов-на-Дону, 2006. – 214 с.

### **ОБНАРУЖЕНИЕ КИШЕЧНОЙ ПАЛОЧКИ ПОЛИАНИЛИНОВЫМИ ДАТЧИКАМИ**

*Dobroczyńska J. I., Politechnika Wrocławska, Polska*

*Аннотация. В современном мире при очистке не только воды, но и почвы, атмосферы, огромную роль играет нанотехнология. Использование датчиков, полученных данным методом, позволит ускорить и упростить процесс микробиологического анализа воды. По сравнению с дорогостоящими методами (ПЦР) данный метод позволяет получить результаты в течение нескольких секунд.*

### **DETECTION OF COLON BACILLUS BY POLYANILINE SENSORS**

*Dobroczyńska J. I., Wrocław Polytechnic, Poland*

*Abstract. In the modern world nanotechnology plays an important role in water treatment as well as in soil and atmosphere purification. The sensors obtained by this method enable to accelerate and simplify the process of microbiological water analysis. Comparing to expensive methods (PCR) this one enables to get results in several seconds.*

В современном мире при очистке не только воды, но и почвы, атмосферы, огромную роль играет нанотехнология. Использование датчиков, полученных этим методом, позволит ускорить и упростить процесс микробиологического анализа воды. По сравнению с дорогостоящими методами (ПЦР) данный метод позволяет получить результаты в течение нескольких секунд.

Стремительное развитие цивилизации, выраженное в техническом прогрессе, промышленном развитии, урбанизации и автомобилизации несет с собой множество угроз для окружающей среды. Одной из них является постепенная деградация озерных экосистем, которые более чувствительны к загрязнению, чем речная вода [1, с. 23]. Питьевая вода содержит большое количество различных веществ, в основном вымываемых из природных

минералов, которые необходимы для правильного функционирования организма. Иногда в воде могут появиться вещества, ухудшающие ее качество и, более того, обладающие вредными свойствами. В питьевой воде не должно находиться болезнетворных микроорганизмов, вредных веществ и чрезмерного количества обычно встречающихся в ней субстанций, таких как железо, марганец, хлориды, сульфаты, нитраты, нитриты, кальций и магний. Она должна быть прозрачной, бесцветной, без запаха, обладать приятным и освежающим вкусом. Во многих случаях качество воды предопределено её санитарным состоянием. Именно оно часто определяет общую оценку низкого качества воды, несмотря на относительно хорошие физико-химические и гидробиологические показатели [2, s. 433].

Вода является благоприятной средой для обитания микроорганизмов. Некоторые из них принадлежат к автохтонной микрофлоре, для которой вода является основной средой обитания, оставшаяся часть микрофлоры носит аллохтонный характер [3, с. 103]. Наличие автохтонных организмов в воде связано с непрерывным содержанием типичных для данной среды питательных веществ. Количество и состав микрофлоры зависит от наличия питательных веществ, температуры, кислорода и от pH воды [4, s. 732]. Микроорганизмы, принадлежащие к автохтонной группе, в основном относятся к психрофилам и психротрофам. Это холодолюбивые и холодоустойчивые микроорганизмы, присутствие которых в водной среде, является важным, поскольку они активны при низких температурах и характеризуются различными биохимическими свойствами [5, s. 153]. В связи с низкой температурой развития эти микроорганизмы не представляют угрозы для здоровья человека или любого другого теплокровного организма.

Аллохтонные микроорганизмы выступают в водной среде периодически, и их присутствие крайне нежелательно. Источником данной микрофлоры могут быть почва и сточные воды. Многие из этих видов бактерий не обладают способностью к размножению в водной среде, но они могут находиться в состоянии покоя в течение длительного времени [6, с. 1]. Почвенные бактерии смываются с покрова в воду вместе с дождем. В этом случае важную роль играет биodeградация органических веществ в почве [5, s. 153].

Наиболее важными с санитарно-гигиенической точки зрения, являются микроорганизмы, попадающие в воду из городских сточных вод, особенно с человеческими фекалиями и отходами теплокровных животных. Большая часть данных микроорганизмов развивается в основном на растительных и животных органических остатках, для остальных (нпр. кишечные палочки) основной средой обитания является желудочно-кишечного тракт человека и животных [7]. Вода, загрязненная патогенной микрофлорой, представляет огромный риск для здоровья, поэтому оценка качества воды ведется с учетом бактериологического индекса. Обнаружение бактерий, принадлежащих к группе с высоким индексом фекального загрязнения говорит о высокой вероятности наличия патогенных микроорганизмов в водной среде [8, s. 319].

Основным микробиологическим показателем, учитываемым при оценке санитарного качества воды, является индикатор *colі* фекального типа. В группу

фекальных колиформных бактерий относят бактерии семейства Enterobacteriaceae, в том числе E.coli, и рода Klebsiella, Enterobacter и Citrobacter, и фекальные стрептококки и Clostridium перфрингенс [7, 9, s. 83].

Цель исследования заключалась в разработке датчиков, которые в дальнейшем будут использоваться в микробиологическом анализе воды для обнаружения E.coli. Кишечная палочка находится в больших количествах в фекалиях человека и животных, присутствует в сырой и очищенной сточной воде, в почвах и водах, загрязненных фекалиями естественного человеческого происхождения. Присутствие кишечной палочки в воде указывает на фекальное загрязнение и неправильное обеззараживание воды или вторичное загрязнение воды. Данные формы могут вызвать диарею и рвоту, небольшое повышение температуры, инфекции мочевыводящих путей (мочевого пузыря и почечной лоханки), кишечные инфекции (аппендицит, холецистит, перитонит), менингит, обобщенные септические инфекции, остеоартрит [9, s. 83].

*Эксперимент.* Датчик был построен на основе полианилиновой наноструктуры, полученной способом электроспиннинга. Синтезированный полианилин был подвергнут процессу электропрядения. В мензурку было добавлено 175 мл раствора 1М HCl и 10 мл анилина, а во вторую мензурку 105 мл 1 М HCl с добавлением 6,05 г персульфата аммония. Мензурка отстаивалась при 0 ° C. После охлаждения раствор был перенесен в колбу, содержащую анилин в соляной кислоте. Одновременно раствор соляной кислоты персульфата аммония вылило в капельную воронку. Раствор окислителя был добавлен по каплям с такой скоростью, чтобы температура в колбе не превышала 4°C при непрерывном перемешивании реагентов. После добавления последней капли окислителя, перемешивание продолжалось в течение 90 минут. На плитах РСВ были намечены и вытравлены электроды (с помощью погружения в насыщенный раствор сульфата аммония). На подготовленную пластину были нанесены волокна, полученных в процессе электропрядения.

Измерялась проводимость для образцов 50 мл. Анализировано растворы с разным количеством микроорганизмов кишечной палочки на основе питательного бульона (пятикратная серия разведений).

*Результаты.* В ходе эксперимента отмечено изменение проводимости примененных датчиков. Для анализа применено 2 датчика. Результаты представлено в *таблице 1* и на *рисунке 1*. С помощью электронного микроскопа получено изображение полианилиновых датчиков, используемых в тесте.

*Таблица 1*

*Результаты анализа датчиков.*

Разбавление	Количество клеток в мл	Датчик 1	Датчик 2
		Проводимость [ $\mu$ S]	
Контрольная проба	0	165,0	155,0
$10^0$	>1000	132,2	128,6
$10^{-1}$	500	139,5	137,1
$10^{-2}$	280	145,7	143,9
$10^{-3}$	150	158,2	148,7
$10^{-4}$	90	165,0	154,0

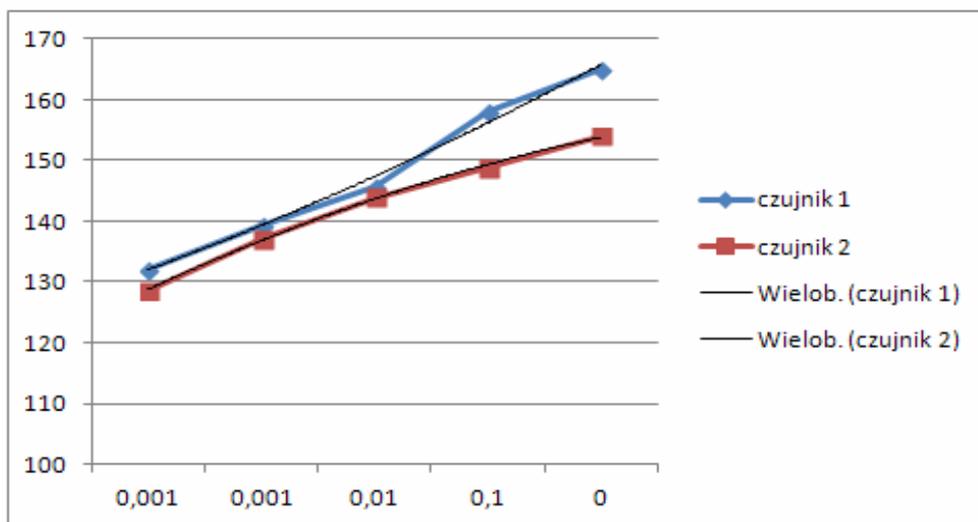


Рис. 1. Зависимость проводимости от разбавления микробиологического раствора. Обозначения: czujnik 1,2 – датчик 1,2.

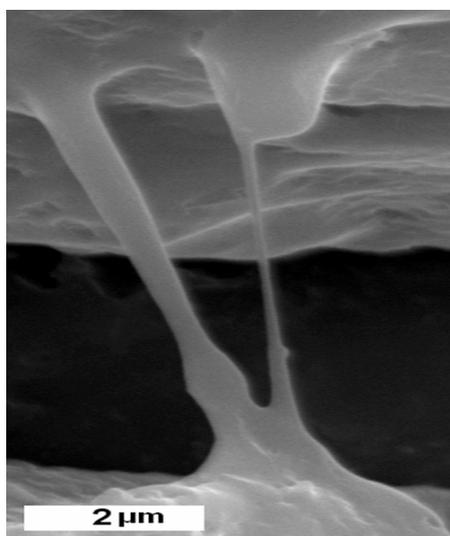


Рис. 2. Структура волокон полианилина.

**Вывод:** Одним из основных факторов, влияющих на синтез и полимеризацию анилина, является температура. Количество сформированной наноструктуры сильно зависит от температуры синтеза и легирования полимера. Проводимости каждого из датчиков после нанесения раствора (питательный бульон) отличается, что приводит к неравномерному распределению нановолокна на поверхности датчика.

В ходе анализа проб загрязненной микробиологическим материалом пробы, проводимость датчика уменьшается по отношению к проводимости, полученной для стерильного питательного бульона. В связи с увеличением количества микроорганизмов, проводимость датчика уменьшается. Кондуктометрический ответ датчика в тестируемом диапазоне концентраций является линейным (рис. 2). Датчик в течение нескольких секунд указывает на наличие и количество бактериальных клеток в образце, когда традиционный микробиологический анализ занимает около 72 часов.

### *Примечание*

1. Guz K., Doroszkiewicz W.: Kontrola i ocena jakości wody w ochronie środowiska i zdrowia publicznego. *Ekol. i Tech.*, 2003, 11, 4, 23-31.
2. Langergraber G., Muellegger E., Ecological Sanitation- a way to solve global sanitation problems?, *Environmental International*, 2005. 31: 433-444.
3. Szostak – Kotwa J., Wybrane zagadnienia z mikrobiologii ogólnej i przemysłowej., Wyd. Akademii Ekonomicznej, Kraków 2000, 103.
4. Schlegel H.G., *Mikrobiologia ogólna*. PWN, Warszawa 2004, 732.
5. Margesin R., Schinner F., Psychrophilic and psychrotrophic proteolytic microorganism from environmental habitats., *Ag. Biotechnol. N. Inf.*, 1993, 5, 153.
6. Barcina I., Lebaron P., Vives – Rego J. Survival of allochthonous bacteria in aquatic systems: a biological approach. *FEMS Microbiology Ecology*, 1997,23: 1-9.
7. Libudzisz Z., Kowal K., Żakowska Z., *Mikroorganizmy i środowiska ich występowania.*, *Mikrobiologia techniczna*. T. 1, PWN 2010.
8. Pickup R. W., Rhodes G., Hermon-Taylor J.. Monitoring bacterial pathogens in the environment: advantages of multilayered approach., *Current Opinion in Biotechnology*, 2003, 14, 319-325.
9. Jones T., C.O.Gill, L. M. McMullen. The behavior of log phase *Escherichia coli* at temperatures below the minimum for sustained growth. *Food Microbiology*, 2002, 19: 83-90.

## **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЭЛЕКТРОФЛОТАЦИИ ПРИ ОЧИСТКЕ СТОЧНЫХ ВОД ГАЛЬВАНИЧЕСКИХ ПРОИЗВОДСТВ МАШИНОСТРОИТЕЛЬНОГО ПРЕДПРИЯТИЯ**

*Жданов Е. Г., студент, Ижевский государственный технический университет им. М. Т. Калашникова, г. Ижевск*

*Аннотация. Рассмотрены перспективы внедрения углубленного оборотного водоснабжения на машиностроительных предприятиях с гальваническими линиями. Показано преимущество использования электрофлотационных модулей.*

## **UTILIZING ELECTROFLOTATION TO PURIFY WASTE-WATER AT GALVANIC PRODUCTIONS OF MACHINERY PLANTS**

*Zhdanov E. G., undergraduate, Kalashnikov Izhevsk State Technical University, Izhevsk*

*Abstract. Considered are prospects of advanced water recycling implementation at machinery plants with galvanic lines. Presented is the advantage of electroflotation modules.*

Очистка сточных вод является одним из основных направлений промышленных предприятий, особенно небольших городов, где водоем является основным источником водоснабжения города и завода.

Самым перспективным направлением развития очистки сточной воды от промышленных предприятий является внедрение углубленного оборотного

водоснабжения. Была рассмотрена очистка промышленных стоков завода гальванических элементов. Наиболее перспективный и выгодный метод – электрофлотация (см.: рис. 1. и рис. 2).

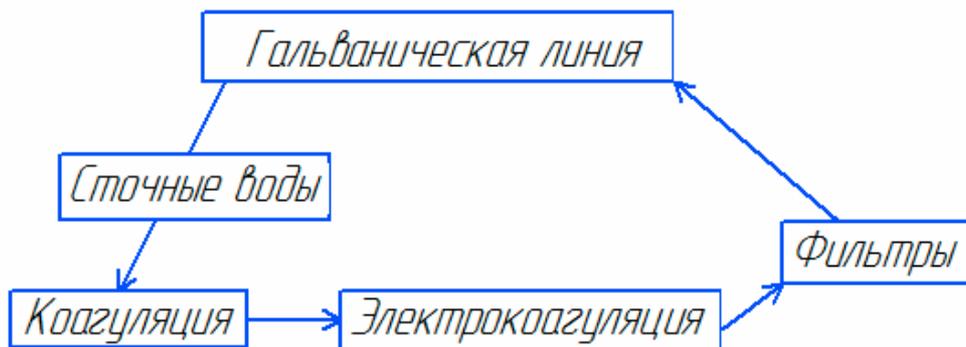


Рис. 1. Технологическая схема очистки сточных вод с применением электрокоагуляции.

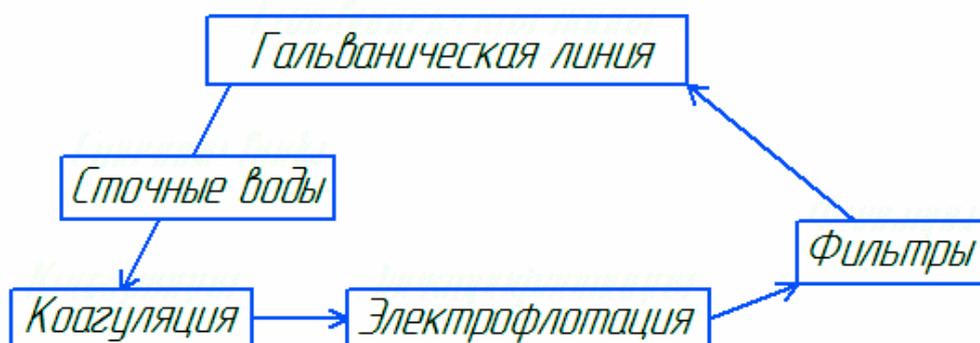


Рис. 2. Технологическая схема очистки сточных вод с применением электрофлотации.

*Электрофлотация* – метод очистки сточных и промывных вод, технологических растворов гальванического производства и производства печатных плат от загрязнений в виде взвешенных веществ, фосфатов и гидроксидов металлов, суспензий, смолистых веществ, эмульгированных веществ, нефтепродуктов, индустриальных масел, жиров и поверхностно-активных веществ. Для интенсификации процесса электрофлотации и повышения эффективности очистки, существует предшествующая стадия нейтрализации кислых или щелочных компонентов, перевод ионов металлов в труднорастворимые соединения, т.е. образование твёрдой фазы, флокуляция и (или) коагуляция. Электрофлотация была выбрана ввиду больших недостатков действующих методов, а именно электрокоагуляции и гальванокоагуляции. Эти методы имеют ряд серьезных недостатков (см.: табл. 1).

Было сделано заключение, что соблюдение всех технологических режимов процесса для качественной и эффективной очистки гальванических сточных вод – задача достаточно сложная для действующих (как правило, устаревших) электрохимических производств. Невозможность использования очищенной воды для создания систем оборотного водоснабжения предприятий, требующих воду категорий 2 и 3 по ГОСТ 9.314-90 для получения качественных

гальванических покрытий. Эти проблемы были успешно решены специалистами благодаря внедрению на очистных сооружениях промышленных предприятий электрофлотационных модулей [2].

Таблица 1

*Плюсы и минусы методов очистки.*

Электрокоагуляция		Электрофлокуляция	
Плюсы	Минусы	Плюсы	Минусы
компактность	расход электроэнергии	компактность	снижение общего солесодержания очищаемых стоков (до 30%)
отсутствие реagenтного и кладского хозяйства	нагрев обрабатываемой сточной воды	высокая эффективность извлечения дисперсных веществ	аноды из дефицитного материала
малая чувствительность к изменениям параметров процесса	ограниченность применения	низкие энергозатраты	необходимость разбавления концентрированных вод
получение шлама с хорошими структурно-механическими свойствами	трудность в обслуживании электрокоагуляторов	отсутствие вторичного загрязнения воды	
простота эксплуатации	огромное количество твердых отходов	шлам менее влажный	
		отсутствие заменяемых материалов	

*Электрофлотатор* – оборудование для очистных сооружений сточных вод гальванических производств. Очищенная вода после электрофлотатора подается на мембранную установку гиперфильтрации для создания оборотного водоснабжения или сбрасывается в систему канализации. Электрофлотатор работает на основе процесса выделения микропузырьков электролитических газов и флотационного эффекта. Очистка сточных вод от тяжелых металлов: меди, хрома, цинка, никеля, железа, алюминия, кадмия, свинца, нефтепродуктов, спав и взвешенных веществ производится в непрерывном режиме (см.: табл. 2).

Преимущества использования электрофлотационных модулей очевидны:

- высокая эффективность извлечения дисперсных веществ (гидроксидов и фосфатов тяжелых металлов и кальция, нефтепродуктов,
- поверхностно-активных и взвешенных веществ);
- высокая производительность (1 м<sup>2</sup> оборудования – 4 м<sup>3</sup>/ч очищаемой воды);
- отсутствие вторичного загрязнения воды благодаря применению нерастворимых электродов ОРТА;
- низкие затраты электроэнергии от 0,5 до 1 кВт·ч/м<sup>3</sup>;

- отсутствие заменяемых материалов (электродов, фильтров, сорбентов);
- простота эксплуатации, автоматический режим работы не требуют ежегодного ремонта и остановок;
- шлам менее влажный (94-96%), в 3-5 раз легче обезвоживается и может быть использован при изготовлении строительных материалов и / или пигментов для красителей.

Таблица 2

*Сравнение методов очистки.*

№	Параметр	Электрокоагуляция	Электрофлотация
1	Энергозатраты, кВт ч/м <sup>3</sup>	1 – 1,5	0,1 – 0,5
2	Степень очистки, %	80 – 95	95 – 99,9
3	Вторичное загрязнение воды	Fe 1 мг/л Al 0,5–1 мг/л	Отсутствует
4	Вторичное загрязнение твердых отходов (ионы тяжелых металлов)	30% (Cu, Ni, Zn, Cr)	Отсутствует
5	Режим эксплуатации	Периодический	Непрерывный
6	Расход материалов и реагентов	Fe и / или Al – анод (5–10 дней)	Ti – анод (5–10 лет)
7	Производительность, м <sup>3</sup> /ч	до 5	от 1 до 50
8	Осадок гальванического шлама	Пульпа 99% влажности	Пенный продукт 94-96% влажности

*Примечание*

1. Классен, В. И., Мокроусов, В. А. Введение в теорию флотации. – М.: Metallurgizdat, 1959. – 580 с.
2. Глембоцкий, В. А., Классен, В. И. Флотация. – М.: Недра, 1973. – 384 с.
3. Когановский, А. М. Очистка и использование сточных вод в промышленном водоснабжении. – М.: Химия, 1983.
4. Волоцков, Ф. П. Очистка и использование сточных вод гальванических производств. – М.: Химия, 1983.

**ВЛИЯНИЕ ХЛОРИДОВ В СОСТАВЕ ВОДЫ НА ПРОЦЕСС  
КОАГУЛЯЦИИ САПРОПЕЛЯ**

*Жулин А. Г., к.т.н., доцент; Елизарова О. Д., аспирант, ТюмГАСУ, г. Тюмень*

*Аннотация. Приведены результаты исследования влияния хлоридов на процессы коагуляции сапропеля. Исследования проведены на дистиллированной и водопроводной воде с вводом хлоридов в виде хлористого натрия или в составе минеральной воды. Отмечено, что влияние «вида» хлоридов и их количественное содержание на величину остаточного железа в растворах сапропеля не значительно.*

**INFLUENCE OF CHLORIDES IN WATER ON SAPROPEL COAGULATION  
PROCESS**

*Zhulin A. G., PhD (Technical Sciences), Associate professor; Elizarova O. D., postgraduate, TSUACE, Tyumen*

*Abstract. Given are the results of research on chloride influence on sapropel coagulation processes. Conducted is research on both distilled water and tap water with injection of chlorides in the form of sodium chloride or as a part of mineral water. Noted is insignificant influence of chlorides «kind» and their quantitative proportions on residual ferrum quantity in sapropel solutions.*

Исследования по влиянию солевого состава воды на коагуляцию сапропеля дали некоторые отличия в результатах от выводов Е. Д. Бабенкова [1], согласно которым процесс коагуляции с увеличением содержания хлоридов улучшается. По ранее проведенным нами исследованиям [2] влияние содержания хлоридов на процесс коагуляции было очень незначительным (в основном, в пределах погрешности измерений). Учитывая непостоянство наличия концентрации хлоридов в сточной воде, содержания сапропеля и минеральной воды (носителя хлоридов), данному вопросу было уделено дополнительное внимание. С целью уточнения положения по влиянию хлоридов на процесс коагуляции проведены исследования с растворами сапропеля на дистиллированной и водопроводной воде при изменении концентрации хлоридов, типа коагулянта и его доз.

Исследования проводились на водопроводной воде (подземной) Центра реабилитации «Тараскуль». Для приготовления растворов брался натуральный сапропель озера Малый Тарас-Куль, используемый для грязевых процедур в Центре. Исходное содержание железа в растворах сапропеля было постоянно и равнялось  $100 \text{ мг/дм}^3$ . Необходимые количества хлоридов вносились с минеральной водой Центра и в виде раствора чистой поваренной соли – NaCl. В качестве коагулянтов были приняты, широко применяемые, наиболее доступные и распространённые реагенты – сернокислый алюминий –  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 14\text{H}_2\text{O}$  и оксихлорид алюминия –  $\text{Al}_2(\text{OH})_5\text{Cl} \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ , с концентрациями 5 и 3,3 %, соответственно.

Процессы осаждения исследовались на стандартных цилиндрах объёмом 500 мл. Содержание железа определялось по стандартной методике [3] с применением сульфосалициловой кислоты на спектрофотометре ПЭ-5400ви.

При минимальном ионном составе (дистиллированная вода), в исследуемом растворе, влияние хлоридов на процесс коагуляции с сернокислым алюминием проявляется более отчётливо, чем на водопроводной воде и при меньшей дозе коагулянта (см.: рис. 1).

В рассматриваемых случаях коагуляции, снижение содержания железа происходит по закономерности – эффективность процесса увеличивается с увеличением концентрации только до определённого предела. Выше этого предела повышение количества вводимого коагулянта ухудшает процесс снижения содержания железа в исследуемой воде. Для дистиллированной воды повышенные значения железа связываются с низким значением рН первоначальной системы и с дальнейшим последующим его понижением - в

связи добавлением сернокислого алюминия. Устойчивость системы при наличии щелочного резерва (водопроводная вода) ведёт к более глубокому удалению железа (оно в меньшей степени удерживается в растворённой форме), но вместе с тем, в данном случае, на величину дозы коагулянта чётко проявляется влияние суммарного ионного содержания [1].

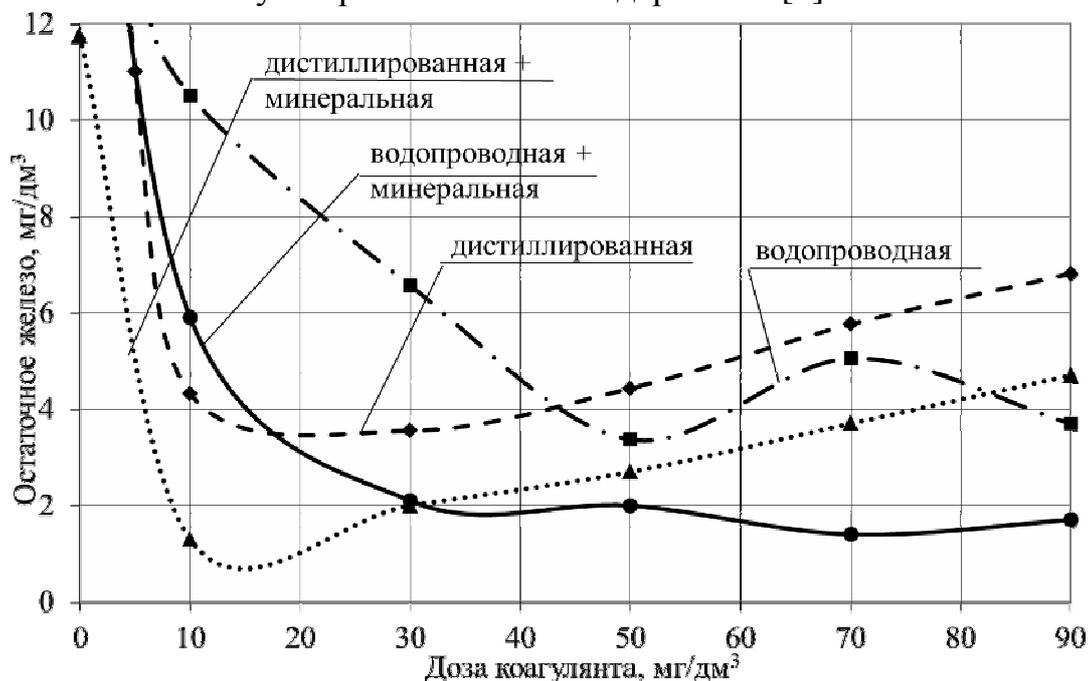


Рис. 1. Влияние состава и солесодержания воды на процесс коагуляции при удалении железа (коагулянт  $Al_2(SO_4)_3$ ).

При наличии в воде катионов  $Ca^{2+}$  агрегативная устойчивость взвеси повышается [4] и содержание остаточного железа увеличивается (см.: рис. 2), т.е. в данном случае на процесс коагуляции влияет многообразие компонентов химического состава воды (в частности, хлориды присутствуют не только в натриевой форме, но и в кальциевой, магниевой и других).

Влияние хлоридов на дозы коагулянтов для растворов, приготовленных на разной воде при коагулировании сернокислым алюминием – значительно: в растворе с дистиллированной водой добавление хлоридов ведет к уменьшению дозы с 30 до 10 мг/дм³, в то время как на водопроводной воде к увеличению дозы с 50 до 70 мг/дм³. При коагулировании сапропелевых примесей оксихлоридом алюминия, в отсутствии и наличии хлоридов, значение оптимальной дозы коагулянта для растворов на дистиллированной и водопроводной воде остались без изменения и составили 5 мг/дм³, что связано с малой зависимостью оксихлорида алюминия от щёлочности среды [4].

Графики (рис. 2) иллюстрируют влияния заряда коагулирующего элемента на процесс удаления железа из воды. В связи с тем, что заряд алюминия при вводе сернокислого алюминия выступает в чистом виде (в ионной форме), влияние хлоридов ярко выражено, и кривая зависимости эффекта коагуляции от дозы вводимого коагулянта не может быть усреднена, так как имеется не один минимум. Связывается это с взаимовлиянием электрических и межмолекулярных сил в процессе коагуляции [5].

Относительно стабильный характер изменения кривой влияния хлоридов на процесс коагуляции с оксихлоридом алюминия может быть объяснен снижением электрического заряда из-за связности алюминия в виде комплексного катиона  $[Al_2(OH)_5^+]$ .

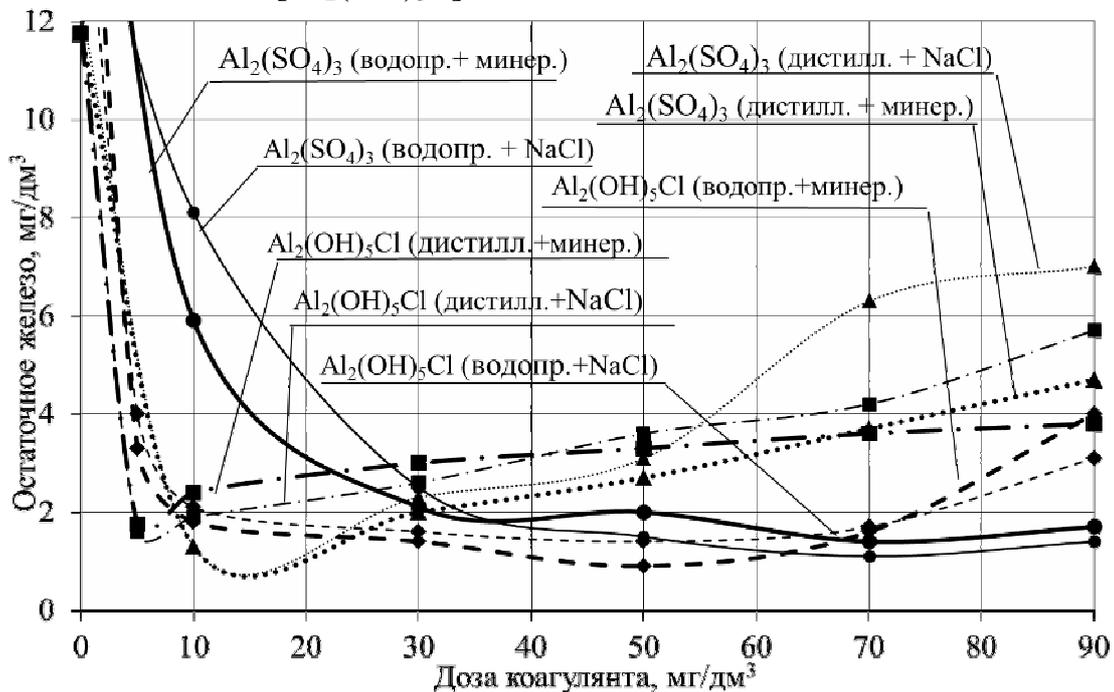


Рис. 2. Зависимость остаточного содержания железа, при различном составе воды, от вида и дозы коагулянта (продолжительность осаждения – 0,5 ч, содержание железа – 100, хлоридов – 200 мг/дм³).

Влияние содержания хлоридов на осаждение железа было исследовано на растворах, приготовленных на дистиллированной воде, при постоянных дозах коагулянтов:  $Al_2(SO_4)_3$  – 30 и  $Al_2(OH)_5Cl$  – 5 мг/дм³ (см.: рис. 3).

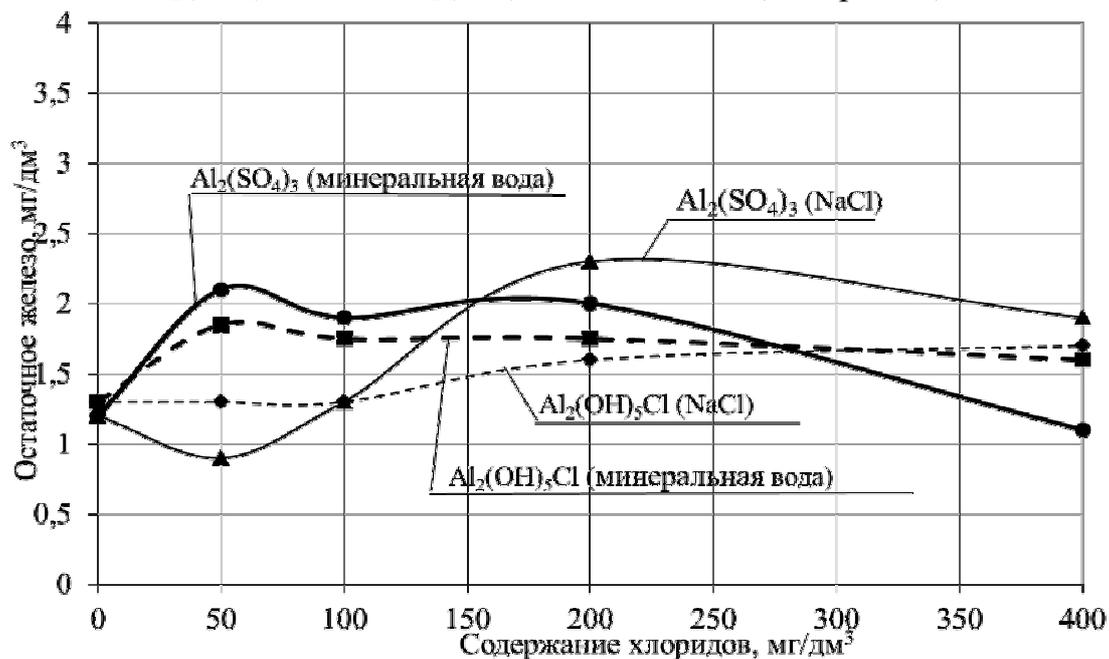


Рис. 3. Зависимость осаждения железа из раствора сапропеля от содержания хлоридов, продолжительность отстаивания 0,5 ч.

При небольших концентрациях хлоридов, внесенных с минеральной водой, процессы осаждения железа немного замедляются, и при дальнейшем увеличении их концентрации эффект осаждения изменяется незначительно. Характер осаждения взвеси при коагуляции серноокислым алюминием и оксихлоридом для растворов сапропеля с внесением разных форм хлоридов (чистый NaCl или с минеральной водой) идентичен, эффект удаления железа примерно одинаков, но рекомендации к применению оксихлорида обусловлены его меньшими оптимальными дозами и независимостью хода коагуляции от величины щёлочности исходной воды.

*Выводы:* Влияние наличия хлоридов на процесс коагуляции наблюдается для растворов сапропеля на дистиллированной воде, внесение в исследуемые растворы хлоридов при коагуляции серноокислым алюминием приводит к изменению оптимальной дозы коагулянта, при коагуляции оксихлоридом – содержание хлоридов не оказывает влияния; влияние «вида» хлоридов и их количественное содержание на величину остаточного железа в реальных растворах сапропеля не велико (изменение значений остаточного железа не превышало 1,5 мг/дм<sup>3</sup>); влияние хлоридов на процесс коагуляции при вводе оксихлорида алюминия проявляется в меньшей степени, и дальнейшее увеличение солесодержания (вводом любой формы хлоридов) существенного влияния на процесс осаждения железа сапропеля не оказывает.

#### **Примечание**

1. Бабенков, Е. Д. Очистка воды коагулянтами. – М.: Наука, 1977. – 356 с.
2. Елизарова, О. Д. Влияние дозы коагулянта на содержание остаточного железа в сточной воде бальнеологического центра / О. Д. Елизарова, А. Г. Жулин // Сб. мат. XI науч. конф. молодых ученых, аспирантов и соискателей ТюмГАСУ. – Тюмень: РИО ТюмГАСУ, 2011. – С. 19-21.
3. Лурье, Ю. Ю. Химический анализ производственных сточных вод / Ю. Ю. Лурье, А. И. Рыбникова. – М.: Химия, 1966. – 278 с.
4. Вейцер, Ю. А., Паскуцкая, Л. Н. О применении высокомолекулярных флокулянтов для интенсификации очистки воды // Сб. науч. раб. Вып. 1, Водоснабжение. – М.: ОНТИ, 1960. – С. 104-126.
5. Войюцкий, С. С. Курс коллоидной химии. – М.: Химия, 1975. – 512 с.

## **ОЧИСТКА И РЕГУЛИРОВАНИЕ ПОВЕРХНОСТНОГО СТОКА НА ТЕРРИТОРИИ ГОРОДА ТЮМЕНИ**

*Загорская А. А., старший преподаватель, ТюмГАСУ, г. Тюмень*

*Аннотация.* На данном этапе развитие городской инфраструктуры, в условиях резкого снижения объема речного стока очистка и регулирование поверхностных сточных вод могут стать эффективным инструментом восстановления водного баланса реки Тура.

## **PURIFICATION AND CONTROL OF SURFACE FLOW IN TYUMEN CITY AREA**

*Abstract. At this stage of municipal infrastructure development under the conditions of sharp decreasing of river flow volume, purification and control of surface flow can be effective means for river Tura water balance restoration.*

Ливневые и талые сточные воды, образующиеся на территории населенных пунктов и промышленных предприятий, являются одним из интенсивных источников загрязнения окружающей среды различными примесями природного и техногенного происхождения. В год на территории Тюмени образуется от 11,233 до 44,932 млн. м<sup>3</sup> поверхностных сточных вод. Загрязнённость поверхностного стока колеблется в широких пределах и зависит, в основном, от степени благоустройства территории, рельефа и количества выпавших осадков (см.: табл. 1).

Таблица 1

*Загрязнённость поверхностного стока на территории г. Тюмени.*

Наименование загрязнения	Минимальное значение, мг/дм <sup>3</sup>	Максимальное значение, мг/дм <sup>3</sup>
Взвешенные вещества	160,96	5365,30
ХПК	643,84	2146
БПК	90,14	300,5
Нефтепродукты	28,61	85,85
Фенолы	5,72	17,20
Соединения азота	4,29	12,90
Соединения фосфора	1,41	4,7
Общая минерализация	94	313,3

Таким образом, по данному набору показателей, концентрации загрязнений в поверхностном стоке для хозяйственно-питьевых водоемов (река Тура) превышены: по ХПК – в 42,96 раз, по БПК – в 30,05 раз, по нефтепродуктам – в 95,4 раза, по фенолам – в 5720 раз, по соединениям азота – в 2,86 раза. Кроме того, поверхностных сток характеризуется значительным бактериальным загрязнением (число термотолерантных колиформных бактерий КОЕ/100 мл > 100 и число колифагов БОЕ/100 мл > 100).

Высокая загрязнённость поверхностных сточных вод на территории города Тюмени объясняется:

- низкой степенью оснащённости районов ливневыми системами канализации (13,9% от общей протяженности улиц и дорог)
- наличием свалок несанкционированных отходов
- уменьшением площадей занятых лесной и нелесной растительностью
- захламленностью тальвегов и естественных русел

Антропогенная нагрузка на водные объекты города Тюмени увеличивается ежегодно за счет транзита сточных вод вышележащих областей. Фоновые концентрации загрязнений практически по всем показателям отличаются гигиенических стандартов. Максимальные отклонения от нормы наблюдаются по следующим показателям:

- азот аммонийный – 5 ПДК,
- азот нитритный – 7 ПДК,
- соединения железа – 34 ПДК,
- медь – 23 ПДК,
- марганец – 153 ПДК,
- цинк – 5 ПДК,
- фенолы – 11 ПДК,
- нефтепродукты – 12 ПДК.

Даже с учетом смешения поверхностных сточных вод и речной вод, фоновые концентрации загрязнений в период интенсивного выпадения осадков по отдельным загрязнениям вырастают в десятки раз (см.: рис. 1).

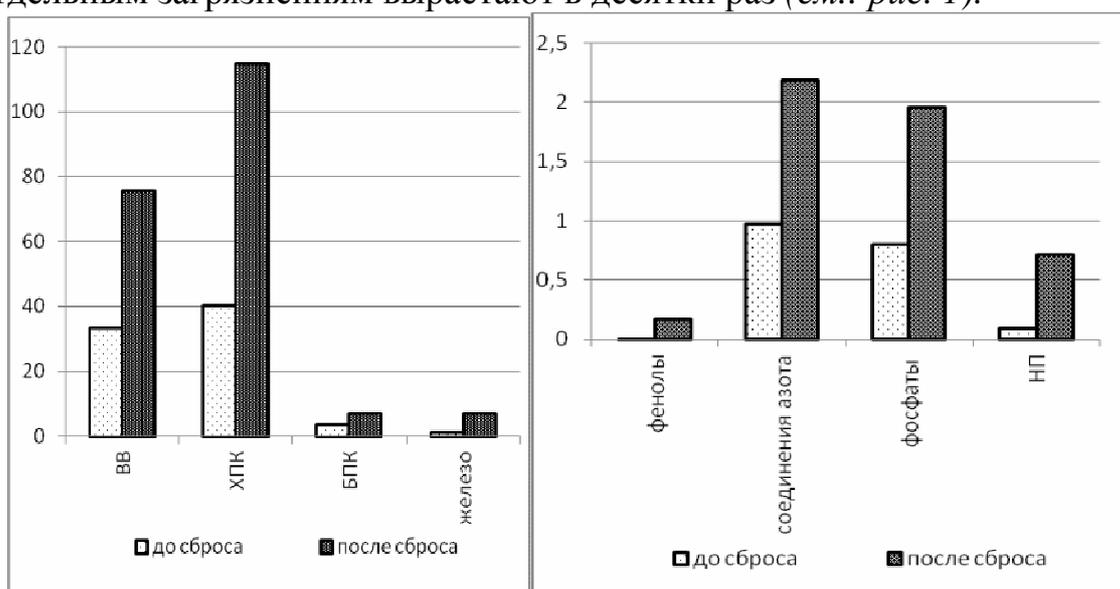


Рис. 1. Изменение фоновых концентраций загрязнений (в мг/л) после сброса поверхностного стока (река Тура, створ Головного водозабора).

Водным законодательством РФ запрещается сбрасывать в водные объекты неочищенные до установленных нормативов дождевые, талые и поливочные воды, организованно отводимые с селитебных территорий и площадок предприятий. [1]. На практике же поверхностный сток наносит ощутимый ущерб реке Тура, и, как следствие, оказывает влияние на системы хозяйственно-питьевого водоснабжения города Тюмени.

Не стоит забывать, что при соответствующем подходе, направленном на снижение концентраций загрязнений, равномерное поступление поверхностного стока в водоемы-приемники, создание условий ассимиляции ливневых и талых сточных вод, поверхностные воды могут стать ценным ресурсом для восстановления водоемов и водотоков города Тюмени.

При разработке водоохранных мероприятий по предотвращению загрязнения водных объектов поверхностным стоком с селитебных территорий в первую очередь должны быть определены: территории, сток с которых необходимо подвергать очистке; период однократного превышения расчетной интенсивности дождя; требуемая степень очистки и условия выпуска в водный объект. Кроме того, для повышения эффективности данных мер, необходим

комплексный подход, предусматривающий санитарную очистку территорий, развитие дорожной инфраструктуры, озеленение и благоустройство районов города Тюмени. Использование современных технологий по уборке и депонированию снега, позволят снизить накопление загрязняющих веществ в зимний период и уменьшить нагрузку на водоемы при интенсивном таянии.

Учитывая, что большая часть загрязнений поверхностных сточных вод снимается простейшими методами очистки (отстаивание, фильтрация, улавливание, коалесценция), затраты на очистку и регулирование ливневых и талых вод значительно ниже ущерба, наносимого экологической обстановки города Тюмени в целом.

#### *Примечание*

1. Рекомендации по расчету систем сбора, отведения и очистки поверхностного стока с селитебных территорий, площадок предприятий и определению условий выпуска его в водные объекты. – М.: Росстрой, 2001.

2. Решение Тюменской городской Думы от 25 июня 2009 г. № 332 «О программе комплексного развития систем коммунальной инфраструктуры города Тюмени».

### **ИЗУЧЕНИЕ ВЛИЯНИЯ СВЕРХВЫСОКОЧАСТОТНОГО ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ НА СВОЙСТВА ОСАДКОВ СТОЧНЫХ ВОД**

*Землянова М. В., ассистент; Вялкова Е. И., к.т.н., доцент, ТюмГАСУ, г.  
Тюмень*

*Аннотация. Несмотря на существующие технологии обработки осадков бытовых и производственных сточных вод, в настоящее время имеет место тенденция накопления больших объемов концентрированных осадков. Представлены возможности использования микроволнового излучения для обработки и обеззараживания осадков бытовых сточных вод.*

### **STUDYING THE INFLUENCE OF SUPER-HIGH FREQUENCY ELECTROMAGNETIC RADIATION ON WASTE-WATER SLUDGES CHARACTERISTICS**

*Zemljanova M. V., Teaching assistant; Vjalkova E.I., PhD (Technical Sciences),  
Associate professor, TSUACE, Tyumen*

*Abstract. In spite of existing technologies for industrial and domestic waste water treatment there is a tendency to store sludges in great amount. Presented are methods for microwave radiation in treatment and disinfection of domestic waste water sludges.*

Серьезную проблему в настоящее время представляют вопросы утилизации осадков бытовых и производственных сточных вод. С появлением

новых технологий высокой степени очистки сточных вод, а также с повышением требований к охране водоемов количество задерживаемых осадков на очистных станциях значительно увеличилось.

Самый распространенный в нашей стране вариант утилизации – это размещение обезвоженных осадков на иловых площадках. Данный способ является самым простым и дешевым, но имеет ряд серьезных недостатков: требуется длительное время пребывания осадков на иловых каратах, отчуждаются значительные площади, в т. ч. ценные сельскохозяйственные угодья и земли лесного фонда, не обеспечивается экологическая и санитарно-эпидемиологическая безопасность. К примеру, в странах Европы данный способ обращения с осадками сточных вод не получил широкого распространения из-за более жестких требований к вопросам охраны окружающей среды в странах ЕС и из-за отсутствия свободных участков земли для размещения иловых карт.

Анализируя сложившуюся сегодня в нашей стране негативную ситуацию в области обращения с осадками сточных вод, а также оценивая достижения в странах Европы (Германия, Швейцария, Австрия и др.) делаем вывод, что традиционные методы обработки и утилизации осадков, такие как уплотнение, обезвоживание в естественных условиях, механическое обезвоживание, кондиционирование, стабилизация, обеззараживание, термические методы (сжигание) и др. зачастую, являются или низкоэффективными, или, сложными технически, энергозатратными и как следствие, дорогостоящими. Актуальным становится поиск новых эффективных и энергосберегающих, относительно недорогих способов обработки осадков сточных вод.

К физическим методам (безреагентным) обработки осадков относят термообработку (замораживание с последующим оттаиванием, нагревание), применение ультразвука, электронную и магнитную обработку суспензии, обработку ионизирующей радиацией. Данные методы получили наибольшее распространение при обработке осадков производственных сточных вод.

В статье разбирается эффективность сверхвысокочастотного электромагнитного излучения при обработке (снижение влажности, уменьшении объема) и обеззараживании осадков бытовых сточных вод. Микроволновое излучение, сверхвысокочастотное излучение (СВЧ излучение) – это электромагнитные излучения, включающие в себя сантиметровый и миллиметровый диапазон радиоволн (от 30 см – частота 1 ГГц до 1 мм – 300 ГГц). Микроволны являются одной из форм электромагнитной энергии, как и световые волны или радиоволны. Это очень короткие электромагнитные волны, которые перемещаются со скоростью света (299,79 км в секунду). В современной технике микроволны используются в радиолокации, для междугородной и международной телефонной связи, передачи телевизионных программ, работы Интернета на Земле и через спутники, научные исследования (изучение свойств твердых тел), исследование космического пространства, термообработка пищевых продуктов.

Каждая микроволновая печь содержит магнетрон, который преобразует электрическую энергию в сверхвысокочастотное электрическое поле частотой

2450 МГц или 2,45 ГГц, которое и взаимодействует с молекулами воды в веществе. Микроволны «атакуют» молекулы воды, заставляя их вращаться с частотой миллионы раз в секунду, создавая молекулярное трение, которое и нагревает вещество. В 1990-х гг. российскими учеными был разработан процесс остекловывания пульп радиоактивных отходов с помощью микроволновой энергии непосредственно в контейнере для хранения отходов.

В ОАО «Тантал» (г. Саратов) разработана технология матричной иммобилизации высокотоксичных, радиоактивных отходов, а также фосфорорганических отравляющих соединений, входящих в состав химического оружия, и пестицидов. Технология прошла испытания на предприятии Минобороны РФ. Российскими учеными г. Черноголовки была создана микроволновая установка для переработки древесных отходов в активированный уголь, применяемый в медицине, пищевой промышленности, либо в качестве сорбента для очистки газов.

В 2007 г. в Германии создала новый микроволновый аппарат Hawk-10 для переработки пластмасс, где в качестве продуктов образуются горючий газ и дизельное топливо. В Российском химико-технологическом университете имени Менделеева создана новая технологичная установка по переработки ТБО. Мощность установки 100 тыс. т ТБО в год.

В ООО «Обнинский центр науки и технологий» создана установка для обеззараживания медицинских отходов, которая обеспечивает уничтожение всех известных видов бактериальных и вирусных инфекций. Российскими учеными (г. Москва) проводились эксперименты по обработке в СВЧ установке проб питьевой воды (Западная водопроводная станция г. Москвы) до их обработки по стандартной технологии и проб осадков сточных (Курьяновская станция аэрации) [1, 2]. Результаты экспериментов следующие: микроволновая обработка питьевой воды в сочетании с последующей фильтрацией воды на фильтрах, изготовленных с использованием наноматериалов, позволяет обеспечить качество воды выше требований современных стандартов. Микроволновая обработка осадков сточных вод позволяет обеспечить эффективное удаление из осадков примесей тяжелых металлов [3].

Сейчас на кафедре водоснабжения и водоотведения ТюмГАСУ ведутся исследования влияния сверхвысокочастотного излучения на свойства осадков бытовых сточных вод. Эксперименты проводятся в лаборатории очистных сооружений канализации (ОСК) г. Тюмени. Объект изучения: смесь сырого осадка из первичных отстойников и избыточного активного ила.

На тюменских очистных сооружениях канализации избыточный активный ил из вторичных отстойников удаляется из нижней части отстойников илососами и подается на первичные отстойники. После осаждения смесь избыточного ила и сырого осадка из первичных отстойников в объеме около 600 м<sup>3</sup> (32,5 т/сут по сухому веществу) перекачивается плунжерными насосами на установки механического обезвоживания, при остановке цеха механического обезвоживания (ЦМОО) – на иловые поля.

Технология обработки осадка в цехе механического обезвоживания осадков следующая: смесь избыточного ила и сырого осадка подается на

решетки, где происходит задержание включений крупнее 5 мм. С помощью флокулянта ЗЕГАТ под действием центробежных сил смесь осадков обезвоживается на декантерах. Раствор флокулянта подается непосредственно в подводный трубопровод осадка.

Обезвоженный осадок (КЕК) с влажностью 65-70 % транспортируется к месту выгрузки с помощью транспортера ASKANIA и вывозится самосвалами на существующие иловые карты с бетонным основанием на территории ОСК.

Использовать осадки в качестве удобрений практически невозможно из-за высокой зараженности и большого содержания ионов тяжелых металлов.

Экспериментальная часть заключается в следующем: исследуемая проба смеси сырого осадка и избыточного ила, взятая с действующих ОСК г. Тюмени, объемом 200 мл обрабатывалась в СВЧ установке мощностью 800 Вт. Продолжительность обработки составила от 3 до 11 мин. Из анализа полученных данных видно, что уменьшение объема пробы пропорционально увеличению времени обработки пробы в СВЧ установке (см.: рис. 1).

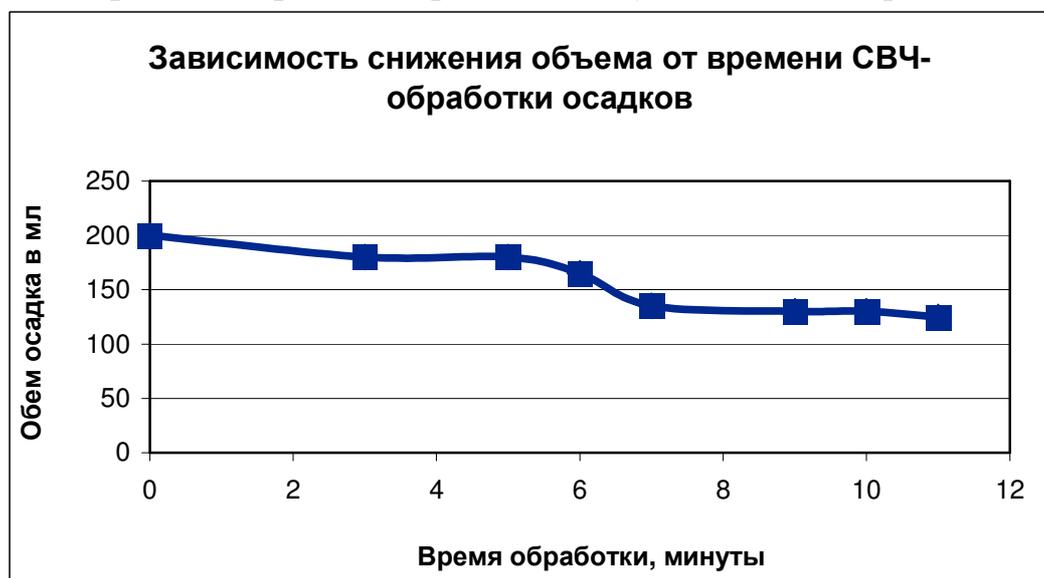


Рис. 1. Зависимость снижения объема от времени СВЧ-обработки осадков.

Было отмечено снижение влажности обрабатываемой пробы смеси осадков на 1-3%: влажность исходной пробы 94,6%, после 5 минутной обработки СВЧ излучением влажность составляла – 93,65%; после 11 минут обработки – 91,36% (см.: рис. 2).

Для сравнения: время уплотнения в илоуплотнителе для снижения влажности осадков на 1-3% во много раз больше, оно составляет 6-8 часов.

Проба смеси сырого осадка и избыточного ила объемом 500 мл была обработана в СВЧ установке в два этапа по 5 мин каждый. Данная проба была направлена на паразитологическое исследование в испытательный лабораторный центр ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Тюменской области». Определяемые показатели: цисты лямблий (*Giardia intestinalis*), яйца и личинки гельминтов. Результаты исследований: в пробе смеси осадков после обработки СВЧ излучением данные виды патогенных микроорганизмов не обнаружены.



Рис. 2. Снижение влажности осадка в зависимости времени СВЧ-обработки.

*Вывод:* Полученные результаты подтверждают эффективность применения сверхвысокочастотного электромагнитного излучения при обработке и обеззараживании осадков бытовых сточных вод с целью снижения их влажности и зараженности патогенными микроорганизмами.

#### *Примечание*

1. Рахманкулов Д. Л., Шавшукова С. Ю., Вихарева И. Н. Микроволновый нагрев как способ переработки и обезвреживания промышленных и бытовых отходов // Ресурсосберегающие технологии. Экспресс-информация. – 2009. – № 9. – С. 3-7.

2. Гюнтер Л. И. Состояние и перспективы обработки и утилизации осадков сточных вод // Водоснабжение и санитарная техника. – 2005. – № 11. – С. 3-17.

3. Никифорова Л. О. Интенсификация работы сооружений биологической очистки сточных вод с использованием электромагнитных полей // Ресурсосберегающие технологии. Экспресс-информация. – 2004. – № 1. – С. 3-7.

### **НЕТРАДИЦИОННАЯ КОНЦЕПЦИЯ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД**

*Зенцов В. Н., Лапшакова И. В., Шайхисламов А. В., Уфимский государственный нефтяной технический университет, г. Уфа; Никитина О. Г., Московский государственный университет им. М. В. Ломоносова, г. Москва*

*Аннотация. Рассмотрен оригинальный подход к механической и биологической очистке бытовых сточных вод.*

### **ALTERNATIVE CONCEPTION FOR WASTE WATER TREATMENT**

*Zencov V. N., Lapshakova I. V., Shajhislamov A. V., Ufa State Oil Technological University, Ufa; Nikitina O.G., Lomonosov Moscow State University, Moscow*

*Abstract. Considered is the alternative approach to mechanical and biological treatment of domestic waste water.*

Известно, что, применяя классическую технологическую схему очистки бытовых сточных вод, должны соблюдаться следующие положения: из очистных сооружений непрерывно должен удаляться избыточный активный ил; нагрузка на активный ил рассчитывается по БПК; в аэротенке протекают исключительно аэробные процессы, а для активизации денитрификации нужны отдельные устройства; для биологического удаления из воды фосфора добавляется токсичный реагент (хлорное железо); чем меньше возраст ила, тем лучше идет процесс очистки; интенсивная аэрация приводит к распаду «химически организованных флокул».

Разработанная биологами МГУ им. М. В. Ломоносова технология безотходной биологической очистки сточных вод ставит эти положения под сомнения. Опыт эксплуатации ОСК показал, что, отказавшись от первичного отстаивания бытовых стоков, мы избавляемся от проблем с уплотнением, обработкой, транспортировкой и размещением сырого осадка. Разумеется, решетки для задержания отбросов и песколовки для задержания минеральных загрязнений, приносимых сточной водой, остаются неотъемлемой частью ОС. Отказавшись от первичного отстаивания, следует уделить особое внимание модернизации и интенсификации работы песколовки и решеток. В отличие от сырого осадка отбросы с решеток и песковая смесь из песколовки могут без особых проблем размещаться на обычной городской свалке вместе с твердыми бытовыми отходами (ТБО). В большинстве западных стран отказались от первичного отстаивания городских стоков; в РФ – в значительно меньшей степени. В то же время вещества, составляющие сырой осадок бытовых сточных вод, могут быть полностью минерализованы активным илом.

Изучение структуры и ультраструктуры флокул активного ила показало, что в зрелых флокулах происходит послойная дифференциация. На поверхности располагаются аэробы (их около 15% от всей биомассы), в центре – анаэробы (их также около 15%), а между поверхностью и центром располагаются микроаэрофилы – около 70%.

В соответствии с традиционной концепцией технически обеспечивается жизнедеятельность лишь аэробов, то есть 15% сообщества активного ила; жизнеобеспечение остальных 85% «работников» не предусмотрено, так как, в соответствии со старой парадигмой, их не существует. Нагрузка на активный ил традиционно выражается в граммах БПК на 1 г беззольного вещества активного ила в единицу времени. Таким образом, потребность в кислороде отождествляется вообще с потребностью активного ила, для которого выведение образующихся многочисленных газообразных метаболитов значительно актуальнее, чем поставка кислорода. Недостаточное обеспечение массообмена бактерий, расположенных внутри флокул, приводит к тому, что выделяемые газы скапливаются внутри. Когда парциальное давление в них достигает критической величины, происходит распад флокул на неоседающие фрагменты (дефлокуляция).

Сохранность целостности флокул – залог успешной переработки всех видов загрязнений, в том числе неподвергающихся окислению и разрушающихся только в анаэробных центрах. Это достаточно обширный класс веществ, таких как водный гумус, некоторые минералы и др. Часто анаэробы, микроаэрофилы и аэробы образуют пищевую цепь, передавая по ней продукты своего метаболизма как источник пищи для следующего звена. Кроме того, сохранившие целостность флокулы наиболее полно и плотно оседают на дно вторичных отстойников, обуславливая небольшой объем при большой массе и обеспечивая высокое качество очищенной воды.

Для обеспечения сохранности флокул применяется значительно более интенсивное перемешивание, чем предусмотрено традиционным регламентом. Количество подаваемого воздуха регулируется не по растворенному кислороду, а по показаниям биоэстимации – новый гидробиологический метод контроля, разработанный для контроля процесса очистки сточных вод. Аэраторы располагаются таким образом, чтобы исключить застойные зоны, обычные в традиционных аэротенках. Обычно нагрузка на биологическую очистку рассчитывается по БПК. Но основное количество органических загрязнений сточной воды не подвергается окончательному окислению. Какую часть загрязнений отображает БПК, сказать трудно, можно предположить, что очень небольшую. Показателем нагрузки может служить масса самого активного ила в стадии его полной зрелости. Иногда эту стадию не совсем корректно называют стадией самоокисления. Рекомендуемая концентрация активного ила должна составлять 2-3 г/дм<sup>3</sup> при возрасте ила 1-5 суток. Концентрация активного ила и его возраст должны быть значительно больше по предлагаемой нетрадиционной технологии очистки бытовых сточных вод.

Проблему нагрузки обычно связывают с проблемой «избыточного» активного ила, для удаления которого строятся специальные илоуплотнители и другие устройства. «Избыточный» активный ил, как и осадок, требует значительных средств на его переработку, транспортировку, размещение, оплату штрафов при размывании складываемых шламов дождевыми и тальными водами. Бывает и вынужденное удаление части активного ила из-за некорректной технологии или при плохой работе механической очистки стоков, когда ил был загрязнен отбросами, песком и пр. В нашей практике был случай, когда на ОСК, куда поступали стоки солодового завода, около 90% концентрации активного ила составляли чешуйки и обрезки корней проростков пивоваренного ячменя.

Понятие «избыточного» активного ила устарело. Масса активного ила нарастает только в том случае, если в обрабатываемой им воде остаются еще питательные вещества, не переработанные за период аэрации; когда они исчерпываются, масса ила стабилизируется. Это явление часто наблюдалось на действующих ОСК. Концентрация зрелого активного ила может колебаться около некоторой максимальной величины, то несколько возрастая, то понижаясь вслед за изменяющейся неизвестной концентрацией загрязнений воды, по принципу обратной связи. Эта максимальная, относительно постоянная масса активного ила становится косвенным мерилем неизвестной

нам нагрузки. Заранее рассчитать максимальный массовый показатель активного ила невозможно; на каждой станции аэрации он устанавливается в процессе ее эксплуатации. Это связано с тем, что истинная нагрузка на активный ил в настоящее время не может быть определена (по БПК, и даже по ХПК, определяется только ее часть). Концентрацией активного ила составляла 16-32 г/дм<sup>3</sup> при возрасте ила 30-50 суток. На рисунке сплошной линией обозначен график наращивания концентрации активного ила при интенсивной аэрации и максимально возможном сохранении ила в системе, а пунктирной линией – график снижения илового индекса по мере наращивания концентрации активного ила (рис. 1).

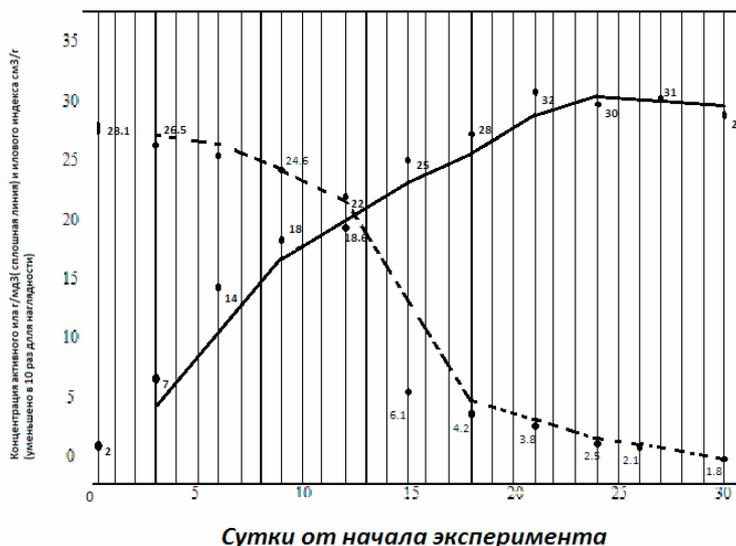


Рис. 1. Графики изменения величины концентрации активного ила и илового индекса.

График показывает, что первоначальную величину илового индекса, равную 281 см<sup>3</sup>/г, за месяц удалось снизить до 18 см<sup>3</sup>/г. Эксперимент проводился в одном из поселков РБ на действующих ОСК, типа КУ-600. На эти сооружения, помимо обычных поселковых стоков, периодически привозили и сливали ассенизационными машинами содержимое выгребных ям, поэтому активный ил был крайне перегружен. В самом начале концентрация активного ила оставалась в пределах 2 г/дм<sup>3</sup>, несмотря на то, что его «отбавку» персонал прекратил (по регламенту она должна быть около 6 г/дм<sup>3</sup>). Весь прирост активного ила уходил за борт отстойника в виде взвешенных веществ, так как существующая система рециркуляции активного ила была рассчитана на значительно меньшую нагрузку и не обеспечивала в сложившихся условиях его полноценный возврат в зону аэрации.

Потребовался ряд мероприятий по усилению рециркуляции и сохранению ила от выноса. Как видно из рисунка, при достижении концентрации активного ила 18 г/дм<sup>3</sup>, а это было на 9-й день от начала эксперимента, началось стремительное снижение илового индекса. На 15-й день мы сочли возможным вернуться к обычному регламенту работы КУ-600, отключив дополнительные

временные устройства, которые мы вынуждены были смонтировать для усиления рециркуляции активного ила.

Иловой индекс снизился до нормальной для данных ОС величины 60 см<sup>3</sup>/г. С этого времени снижение илового индекса стало менее заметным, но продолжалось вплоть до конца эксперимента. Максимальная концентрация активного ила достигла 32 г/дм<sup>3</sup>, после чего установилась на относительно постоянной величине, имея тенденцию к небольшому снижению (см.: табл. 1).

Таблица 1

*Изменение величины концентрации активного ила и илового индекса*

Сутки от начала эксперимента	0	3	6	9	12	15	18	21	24	27	30
Концентр, активного ила, г/дм <sup>3</sup>	2	7	14	18	22	25	28	32	30	31	29
Иловой индекс, см <sup>3</sup> /Г	281	265	252	246	185	61	42	33	25	22	18

Важно отметить, что при достижении максимальной массы активный ил приобретает дополнительные свойства: отсутствие прироста биомассы; поддержание минимальной величины илового индекса; невосприимчивость ко многим элементам промышленных сточных вод; устойчивость по отношению к шокным нагрузкам; отсутствие болезнетворных агентов.

Именно сейчас в теории очистки сточных вод наступило время, когда старая технология не может предложить решения таких проблем как вспухание, всплывание, вспенивание активного ила, образование илового плавающего слоя. Предлагаемая нами нетрадиционная концепция очистки сточных вод приведет к созданию очистных сооружений нового типа – надежных и экономичных. Высокое и стабильное качество воды на выходе с очистных сооружений достигается благодаря использованию последовательных ступеней биоочистки с отдельной рециркуляцией активного ила.

В природе сообщество микроорганизмов, очищающее воду, представляет собой качественно и количественно саморегулирующуюся систему. Поскольку биологическая очистка представляет собой многократно ускоренное самоочищение, то все свойства, присущие как отдельным микроорганизмам, так и всему природному сообществу, присущи и биотехническим системам. Мы должны учитывать их и обеспечивать техническими средствами адекватное жизнеобеспечение микроорганизмов-редуцентов, чрезвычайно интенсивно «работающих» в аэротенках.

Стоит остановиться на экологической нецелесообразности чрезмерных требований к качеству очищенных сточных вод, сбрасываемых в наши сильно загрязненные малые реки. СанПиН 2000 г. предъявляет практически невыполнимые требования, что позволяет контролирующим службам взимать огромные штрафы. Нигде в мире нет таких строгих нормативов сброса. Например, в питьевой воде допускается 1 мг/дм<sup>3</sup> меди, а при сбросе сточных вод – 0,001 мг/дм<sup>3</sup> меди. Особо отметим нецелесообразность требования повсеместно удалять из сбросных вод фосфор. Во-первых, изъятие фосфора

блокирует самоочищение загрязненной воды в малых реках, так как часто в них наблюдается явный дефицит фосфора. Во-вторых, в реках не бывает пресловутого «цветения», так как цианобактерии, вызывающие цветение, являются жителями малопроточных и стоячих водоемов. В-третьих, на самих ОСК очистка осложняется из-за применения гипертоксичных флокулянтов, осаждающих фосфор на активном иле. В-четвертых, удаляется фосфор только вместе с активным илом, а образование и изъятие из системы огромного количества активного ила сопряжено со строительством дополнительных сооружений по его уплотнению, обезвоживанию и размещению.

## **ЛОКАЛЬНАЯ ОЧИСТКА СТОЧНЫХ ВОД ЗАВОДА ПО ПРОИЗВОДСТВУ БУТАДИЕН-НИТРИЛЬНОГО КАУЧУКА**

*Колова А. Ф., к.т.н., доцент; Пазенко Т. Я., к.т.н., доцент; Федотова Ю. В., магистрант, Сибирский федеральный университет, г. Красноярск*

*Аннотация. Проведено исследование по возможности применения реагентного метода для локальной очистки сточных вод завода по производству бутадиен-нитрильного каучука по следующей схеме: реагентная обработка, отстаивание и двух ступенчатое фильтрование. Показано, что применение этой схемы позволит достичь требуемой глубины очистки от органических загрязнений и АПАВ. Для снижения хлоридов схему необходимо дополнить ионообменными фильтрами.*

## **LOCAL TREATMENT OF WASTE WATER AT BUTADIENE-NITRILE RUBBER PLANT**

*Kolova A. F., PhD (Technical Sciences), Associate professor; Pazenko T. Ja., PhD (Technical Sciences), Associate professor; Fedotova Ju. V., Master's student, Siberian Federal University, Krasnoyarsk*

*Abstract. Conducted is the research on possibility of reagent method application for waste water local treatment at butadiene-nitrile rubber plant according to the following scheme: reagent treatment, settling and two-stage filtration. Presented is this scheme application enables to achieve required level of purification from organic contaminations and APAV. To reduce chlorides the scheme needs adding ion-exchange filters.*

Для отвода сточных вод от заводов синтетического каучука, как правило, проектируют отдельную систему канализации для отвода: производственных химически загрязненных сточных вод; продувочных сточных вод поверхностных сточных вод; бытовых сточных вод.

Химически загрязненные сточные воды образуются:

а) при осуществлении процессов гидрирования углеводородов при синтезе исходных мономеров в присутствии водяного пара;

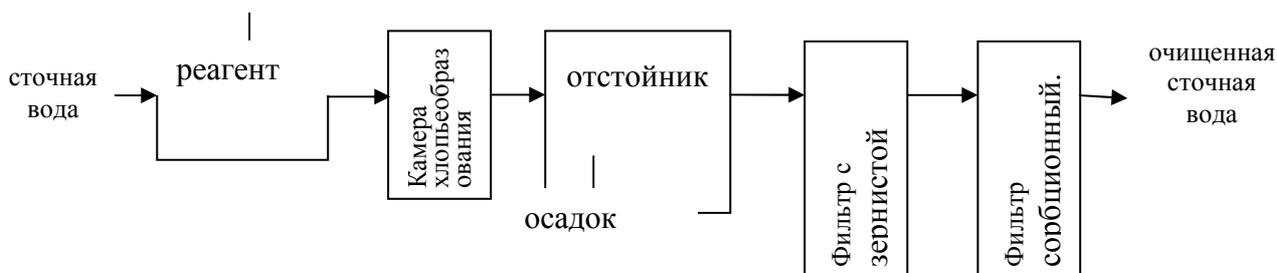
- б) при использовании воды для очистки и отмывки перерабатываемых продуктов от водорастворимых веществ;
- в) при образовании реакционной воды в процессе дегидрирования;
- г) при применении растворов различных ингредиентов в процессе производства каучука;
- д) при применении острого пара в некоторых процессах ректификации продуктов производства;
- е) в результате применения парожекционных установок при проведении процессов ректификации под вакуумом;
- ж) в результате промывок контактных газов, катализаторной пыли, смол и сажи, а также при охлаждении этих газов в скрубберах, пенных аппаратах и другом оборудовании.

Загрязненные сточные воды производства синтетического каучука содержат следующие загрязнения: углеводороды (бензол, толуол, стирол и др.); спирты (метанол и др.); ионы металлов (медь, цинк, хром); соли (хлориды, сульфаты, сульфиды и др.); эмульгаторы (поверхностно-активные вещества); растворенные, эмульгированные и взвешенные вещества.

Как правило, химически загрязненные сточные воды после локальной очистки сбрасываются в заводскую канализацию, а окончательное обезвреживание сточных вод осуществляется на биологических очистных сооружениях отдельно или совместно с бытовыми стоками промышленного узла или города. В лаборатории кафедры ИСЗиС были проведены исследования по возможности применения реagenтного метода для локальной очистки сточных вод завода по производству бутадиен–нитрильного каучука.

В настоящее время химически загрязненные сточные воды завода поступают в резервуары–отстойники, откуда насосами перекачиваются на сброс в городскую канализационную сеть, а затем совместно с городскими сточными водами поступают на очистку. Концентрация загрязнений в сточных водах завода значительно превышает установленные нормы на сброс в городскую канализацию. Наибольшее превышение наблюдается по показателям ХПК, БПК, хлоридам. Для снижения концентрации вышеуказанных загрязнений до установленных норм на сброс в городскую канализацию и снижения платежей требуется строительство локальных очистных сооружений.

Была проверена эффективность локальной очистки на натурной сточной воде завода по технологической схеме, приведенной на *рисунке 1*.



*Рис. 1.* Технологическая схема локальной очистки сточных вод.

В качестве реагентов использовали полиоксихлорид алюминия ПОХА<sup>TM-30</sup> производства фирмы «Аква-Аурат» (г. Москва), оксихлориды алюминия с различным соотношением Al/Cl (ОХА 1,74; ОХА 1,83) производства ЗАО «Сибресурс» (г. Новосибирск) и хлорное железо FeCl<sub>3</sub>·6H<sub>2</sub>O. В качестве загрузки первой ступени фильтрации применяли дробленый керамзит, второй ступени – активированный уголь.

Для подбора оптимального типа и дозы реагента был проведен следующий эксперимент: готовили растворы реагентов, содержащие 1 мг металла (Al или Fe) в 1мл раствора. Расчетный объем раствора реагента добавляли к 250 мл исходной воды, интенсивно перемешивали в течение нескольких секунд и переливали в мерный цилиндр объемом 500 мл. Пробы отстаивали в течение 2-х часов. В исходной и осветленной воде определяли содержание органических загрязнений по анализу перманганатной окисляемости (ПО, мгО<sub>2</sub>/л). Кроме этого, эффективность реагентной обработки оценивали визуально. Перманганатная окисляемость (ПО) исходной воды составляла 292 мгО<sub>2</sub>/л. Результаты эксперимента представлены в *таблице 1*.

*Таблица 1*

*Влияние типа и дозы реагента на эффективность удаления органических загрязнений.*

Доза металла, мг/л	Вид коагулянта							
	ПОХА		ОХА (Al/Cl 74)		ОХА (Al/Cl 1,8)		FeCl <sub>3</sub>	
	ПО, мгО <sub>2</sub> /л	Э, %						
80	86	70,5	118	59,6	114	61,0	102	65,1
60	78	73,3	114	61,0	106	63,7	106	63,7
40	98	64,3	122	58,2	106	63,7	166	43,2
20	114	61,0	138	52,7	105	64,0	150	64,7
10	130	55,5	158	45,9	156	46,6	190	34,9

Следует отметить, что при использовании в качестве коагулянта ПОХА и ОХА (Al/Cl 1,74) над слоем осветленной воды наблюдается слой пены. При использовании ОХА (Al/Cl 1,83) пенообразования нет. При использовании хлорного железа сток имеет желтое окрашивание. Таким образом, наибольшей эффект снижения перманганатной окисляемости был достигнут при использовании в качестве реагента ПОХА дозой 60мг/л. Цель следующего этапа эксперимента - проверка эффективности двух ступенчатого фильтрования при использовании в качестве коагулянта ПОХА дозой 60 мг/л и скорости фильтрования 12 м/ч. Результаты эксперимента представлены в *таблице 2*.

*Таблица 2*

*Результаты эксперимента.*

Наименование загрязнений	Един. изм.	Качество воды			
		Норма на сброс в городскую канализацию	Исходная	После реагентной обработки, отстаивания и 1-ой ступени фильтрации	После 2-ой ступени фильтрации
ХПК	мгО <sub>2</sub> /л	300	876,35	541,28	97,95
Хлориды	мг/дм <sup>3</sup>	151,5	310,19	305,69	297,78
Железо общ.	мг/дм <sup>3</sup>	0,34	0,147	0,011	0,011

Таким образом, реагентная обработка, отстаивание и двухступенчатое фильтрование позволит достичь требуемого эффекта очистки от органических загрязнений. Однако при очистке по этой схеме концентрация хлоридов практически не уменьшается. Следовательно, схему необходимо дополнить ионообменными фильтрами.

## **РЕАГЕНТНОЕ УДАЛЕНИЕ ФОСФАТОВ ИЗ СТОЧНЫХ ВОД**

*Колова А. Ф., к.т.н., доцент; Пазенко Т. Я., к.т.н., доцент; Чудинова Е. М. магистрант, Сибирский федеральный университет, г. Красноярск*

*Аннотация. Проведены исследования по сравнительной эффективности реагентного удаления фосфатов из городских сточных вод при ведении реагентов на стадиях: биологической очистки и доочистки. В качестве реагентов использовали сульфат алюминия (СА), оксихлорид алюминия (ОХА), полиоксихлорид алюминия (ПОХА), хлорное железо и сульфат железа. Проверено влияние добавок реагента на седиментационные и водоотдающие свойства активного ила. Показано, что наибольшая эффективность удаления фосфатов при одной и той же дозе реагента достигается при введении его на стадии доочистки.*

## **PHOSPHATES REAGENT REMOVAL FROM WASTE WATER**

*Kolova A. F., PhD (Technical Sciences), Associate professor; Pazenko T. Ja., PhD (Technical Sciences), Associate professor; Chudinova E. M., Master's student, Siberian Federal University, Krasnoyarsk*

*Abstract. Conducted is the research on comparative efficacy of phosphates reagent removal from municipal waste water with reagent injections at the stages of biological treatment and aftertreatment. Aluminum sulfate (SA), aluminum oxychloride (OHA), aluminum poly oxychloride (POHA), ferric chloride and ferric sulfate were used as reagents. Tested is the influence of reagent additives on sedimentation and water-repellent characteristics of activated sludge. Presented is the maximum efficiency of phosphates removal with the same amount of reagent achieved by injecting it on aftertreatment phase.*

На сегодняшний день одной из важных проблем биологической очистки сточных вод является удаление фосфора. Фосфор является лимитирующим фактором эвтрофикации водоемов. Традиционная биологическая очистка сточных вод не обеспечивает достаточной глубины удаления фосфора. При механической очистке сточных вод количество фосфорсодержащих веществ снижается на 8-10 %, при биологической – на 35-50 %. Рост численности населения, расширение применения моющих средств приводит к увеличению поступления фосфора в водные объекты. Поэтому удаление биогенных элементов из городских сточных вод становится актуальной задачей [1].

Для удаления фосфора могут быть использованы как биологические, так и физико-химические методы. Глубокое удаление фосфора может быть реализовано модифицированным биологическим методом с использованием анаэробных и аэробных процессов. Суть метода заключается в культивировании сообщества микроорганизмов *Acinetobacter*, которые способны аккумулировать фосфора больше, чем остальные бактерии. Они получили название фосфат – аккумулирующих организмов (ФАО).

Для создания оптимальных условий для жизнедеятельности ФАО их следует обеспечить соответствующим субстратом – летучими жирными кислотами (ЛЖК). Как показывает практика водоочистки, этот метод оказывается малоэффективным в случае низких значений органических веществ (как растворенных, так и содержащихся во взвешенном состоянии различной степени дисперсности) в исходных сточных водах [2].

Физико-химические методы дефосфотации основаны на выделении фосфора из воды в виде нерастворимых соединений. По способу получения гидроксокомплексов металлов физико-химические методы можно разделить на: электрокоагуляционный, гальванокоагуляционный и реагентный.

На сегодняшний день реагентный метод дефосфотации остается наиболее актуальным, особенно при необходимости обработки больших объемов сточных вод. В качестве коагулирующих агентов используют соли железа, алюминия и известь. Реагенты можно вводить на стадии предварительной обработки сточных вод (предварительная коагуляция), стадии биологической очистки (симультанное осаждение), на стадии доочистки.

В лаборатории кафедры ИСЗиС СФУ были проведены исследования по целесообразности применения реагентного удаления фосфатов из городских сточных вод. Исследования проводились на натурной воде городских канализационных очистных сооружений (КОС).

Технологическая схема КОС включает решетки, песколовки горизонтальные с круговым движением воды, преаэраторы, первичные радиальные отстойники, аэротенки, вторичные радиальные отстойники, обеззараживание УФ – облучением. Осадок первичных отстойников и избыточный активный ил обезвоживаются на иловых площадках. В стадии пуска находится цех механического обезвоживания смеси осадка и ила на центрифугах.

Была исследована эффективность введения реагентов на стадии биологической очистки (реагент вводился в распределительную чашу вторичных отстойников) и на стадии доочистки (в биологически очищенную сточную воду). В качестве реагентов использовали сульфат алюминия (СА), оксихлорид алюминия (ОХА), полиоксихлорид алюминия (ПОХА), хлорное железо и сульфат железа. Реагенты вводили в виде растворов, содержащих 1 мг металла в одном мл воды. Смесь отстаивали в течение 2-х часов и в осветленной воде определяли содержание фосфатов [3].

Результаты эксперимента представлены в *таблице 1*.

Таблица 1

Влияние типа, дозы коагулянта и точки ввода на эффективность удаления фосфатов.

Доза реагента, мг металла/л	Точка ввода реагента							
	распределительная чаша вторичных отстойников (иловая смесь)			сточная вода после вторичных отстойников				
	Содержание фосфатов, мг $PO_4^{3-}/л$							
0*	6,2	8,4	8,0	5,0	5	5	5	5
	ПОХА	FeSO <sub>4</sub>	FeCl <sub>3</sub>	Al <sub>2</sub> (SO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub>	ОХА (Al/Cl= 1,74)	ОХА (Al/Cl= 1,83)	ПОХА	FeCl <sub>3</sub>
1	5,5	7,6	7,9					
2	4,6	-	-					
3	-	6,4	7,0	1,0	4,6	2,6	2,7	-
4	5,4	-						
5	-	5,7	5,0	2,8	1,3	5,4		
6	5,0	-	-				4,0	
7	-	3,6	3,6					
8	-	-	-	2,0	3,4	3,4	2,2	2,0
10	5,0	5,5	2,52					
12	-	5,0	2,0					0,5
14	4,8	-	2,05					
15								1,5

0\* холостой опыт, без добавки коагулянтов.

Так как введение реагентов в иловую смесь может оказать существенное влияние на седиментационные свойства активного ила, были сняты кривые осаждения ила при использовании разных типов и доз коагулянта. Кривые осаждения ила приведены на *рисунках 1-3*.

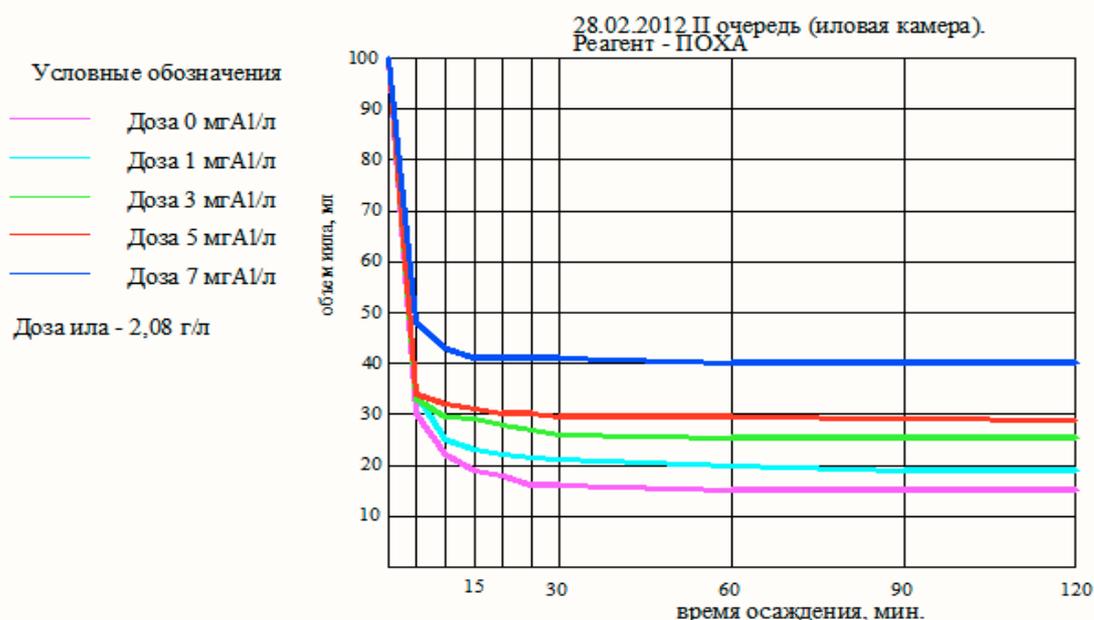


Рис. 1. Кривые осаждения ила, обработанного ПОХА (II очередь, иловая камера).

- Условные обозначения
- Доза 0 мг FeSO<sub>4</sub>/л
  - Доза 1 мг FeSO<sub>4</sub>/л
  - Доза 3 мг FeSO<sub>4</sub>/л
  - Доза 5 мг FeSO<sub>4</sub>/л
  - Доза 7 мг FeSO<sub>4</sub>/л
  - Доза 10 мг FeSO<sub>4</sub>/л
  - Доза 12 мг FeSO<sub>4</sub>/л
- Доза ила - 1,51 г/л

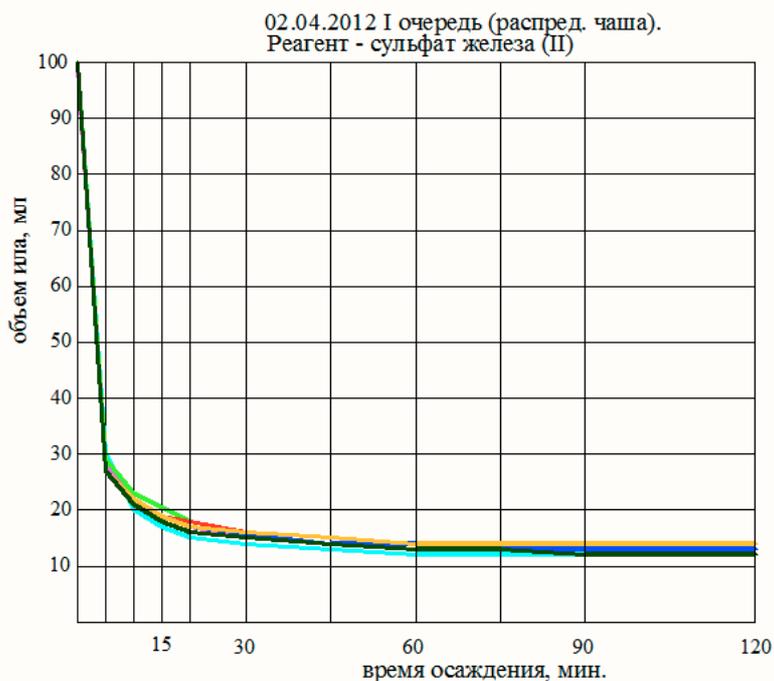


Рис. 2. Кривые осаждения ила, обработанного FeSO<sub>4</sub> (I очередь, распред. чаша вторичных отстойников).

- Условные обозначения
- Доза 0 мг FeCl<sub>3</sub>/л
  - Доза 1 мг FeCl<sub>3</sub>/л
  - Доза 3 мг FeCl<sub>3</sub>/л
  - Доза 5 мг FeCl<sub>3</sub>/л
  - Доза 7 мг FeCl<sub>3</sub>/л
  - Доза 10 мг FeCl<sub>3</sub>/л
  - Доза 12 мг FeCl<sub>3</sub>/л
- Доза ила - 1,51 г/л

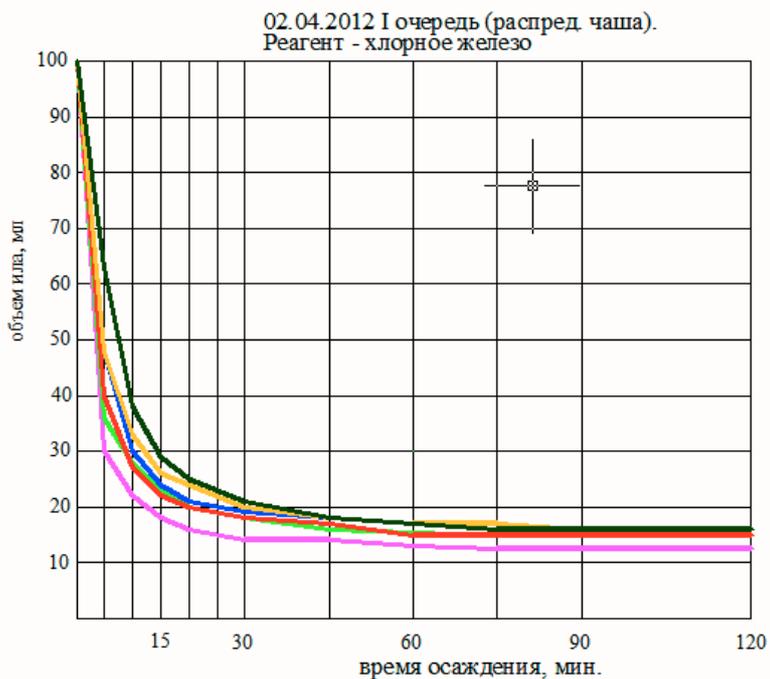


Рис. 3. Кривые осаждения ила, обработанного FeCl<sub>3</sub> (I очередь, распред. чаша вторичных отстойников).

Как видно из приведенных кривых, влияние различных типов коагулянтов на седиментационные свойства ила носит не всегда положительный характер, как утверждают литературные источники [2]. Добавки ПОХА ухудшают скорость осаждения ила, а добавки железосодержащих реагентов (FeCl<sub>3</sub> и FeSO<sub>4</sub>) практически не оказывают влияния. Учитывая полученные результаты можно сделать вывод, что наиболее целесообразно введение железосодержащего коагулянта FeCl<sub>3</sub> на стадии третичной очистки.

### *Примечание*

1. Справочник по современным технологиям очистки природных и сточных вод и оборудованию.– М.: Мин-во природных ресурсов РФ, 2001.– 253 с.

2. Серпокрылов, Н. С., Вильсон, Е. В., Гетманцев, С. В., Марочкин, А. А. Экология очистки сточных вод физико-химическими методами. – М.: Изд-во АСВ, 2009. – 264 с.

3. Методика технологического контроля работы очистных сооружений городской канализации. Изд. 3-е, перераб. и доп. – М.: Стройиздат, 1977. – 299 с.

## **МЕТОДИКА ИНВЕСТИЦИОННОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ РЕГИОНА НА ПРИМЕРЕ ЖКХ**

*Кропчев В. В., первый заместитель директора НОУ «Тюменский институт новых экономических решений», академик РМА, г. Тюмень*

*Аннотация. В работе рассматривается система инвестирования в жилищно-коммунальный комплекс, цель которой в объединении и координировании действий предприятий ЖКХ, частных инвесторов, учреждений, в формировании инвестиционных ресурсов и инвестировании в проекты комплекса, организации и контроле финансовых потоков инвестиционных ресурсов через коммерческие банки.*

## **METHOD OF REGION INVESTMENT PROJECT DEVELOPMENT AS EXEMPLIFIED BY HOUSING AND COMMUNITY AMENITIES**

*Kropchev V. V., Senior vice-president, SEE «Tyumen Institute for New Economic Solutions»*

*Abstract. The paper deals with the system of investment in the housing complex, aimed to uniting and coordinating the actions of the municipal housing and community amenities, private investors, establishments and forming investment resources and investments in complex projects, organization and control of financial flows of investment resources through commercial banks.*

В подготовленном проекте постановления Правительства РФ «О Федеральной целевой программе «Комплексная программа модернизации и реформирования жилищно-коммунального хозяйства на 2013-2015 годы». Задачами программы определены: увеличение объема частных инвестиций, привлеченных в сферу жилищно-коммунального хозяйства. В результате реализации программы предполагается, что: будут привлечены заемные средства в ЖКХ в 2013-2015 годы в размере не менее 375 млрд. руб.

Одна из задач реформ в коммунальной сфере – перераспределение ответственности, в т.ч. и финансовой, между государством, муниципалитетами, эксплуатационными службами и жильцами. На смену в большей или меньшей степени отлаженным финансовым процедурам бюджетного финансирования отрасли необходимо сформировать новые механизмы экономических

отношений. Каким может быть участие региональных банков в этом процессе? Кредитные организации в силу специфики деятельности являются наиболее устойчивыми финансовыми структурами, имеющими прозрачную для властей, контрагентов, частных вкладчиков кредитную историю и информационно-технологические платформы, позволяющие наиболее адекватно заместить казначейские процедуры и открыть новые горизонты для организации финансирования отрасли.

Наиболее востребованными в настоящее время представляются следующие услуги банковского сектора:

- в формировании и сопровождении инвестиционных программ предприятий ЖКХ;
  - в стабилизации их текущего финансового состояния;
  - в формировании оптимальных систем учета и взаимодействия предприятий ЖКХ с поставщиками услуг и собственниками жилья.
- Основными направлениями с точки зрения инвестиционной привлекательности в ЖКХ следует признать:
- модернизацию инженерных сетей и действующих технологий предприятий ЖКХ;
  - развитие программ энергоресурсосбережения;
  - программы установки индивидуальных приборов учета и регулирования.

Цель организации системы инвестирования в жилищно-коммунальный комплекс состоит в объединении и координации действий предприятий жилищно-коммунального хозяйства, частных инвесторов, учреждений, заинтересованных в развитии инвестиционной деятельности, в формировании инвестиционных ресурсов и инвестировании в проекты комплекса, в организации и контроле финансовых потоков инвестиционных ресурсов через коммерческие банки.

Проведенное исследование инвестирования банковских средств в экономику региона позволяет говорить о недостаточности инвестиционной активности в сфере ЖКХ. В чем причина?

Чтобы региональные банки активно включились в инвестиционные процессы в жилищно-коммунальном комплексе, необходимо выполнить следующие условия:

- усовершенствовать правовую базу процессов инвестирования;
- решить вопросы снижения и перераспределения рисков инвесторов, развития системы страхования, рынка гарантий, отладить систему учета залогов;
- обеспечить взаимодействие властных, банковских, предпринимательских структур в инвестиционном, информационном, организационном посредничестве;
- развить институциональную инфраструктуру инвестиций путем формирования заинтересованности участия консалтинговых, маркетинговых агентств, инжиниринговых фирм.

Масштабы включения банков в региональные инвестиционные процессы напрямую зависят от инвестиционной среды в регионе - вот почему требуется совершенствование, а точнее, формирование законодательной базы по стимулированию инвестиционных процессов и привлечению банковского капитала в сферу ЖКХ.

С этой целью важно сформировать концепцию и программу организации системы инвестирования в регионе с участием банковских средств, где должны быть отражены механизмы указанных выше условий и организационные регламенты реализации двух взаимосвязанных блоков: «процедура инвестирования» и «процедура возврата инвестиций». В первой части в центре внимания окажутся вопросы предварительного отбора инвестиционных проектов, процесса «упаковки» инвестиционных предложений в бизнес-планы, выполненные по единому стандарту, оформление сделок по инвестиционным проектам, механизм финансового сопровождения инвестиций (совокупность банковских операций по финансированию, кредитованию инвестиций, операций с ценными бумагами).

Во второй части наряду с традиционным обеспечением кредитов требуется разработать механизм дополнительных гарантий, а также, по возможности, и льгот инвесторам. В частности, при согласовании бизнес-планов инвестор должен иметь право на получение части экономии, получаемой реципиентом как эффект от инвестиционных вложений, на срок окупаемости проекта.

Такая концепция организации системы инвестирования в сферу жилищно-коммунального комплекса с участием банков может стать основой областной Программы «О стимулировании инвестиционной деятельности банков и частных инвесторов в реформировании жилищно-коммунального хозяйства Тюменской области». Это позволит сформировать нормативно-правовую базу Тюменской области в части:

- создания и поддержания благоприятного инвестиционного климата в сфере ЖКХ;
- формирования условий действенного гарантирования субъектом федерации инвестиций в жилищно-коммунальное хозяйство;
- регулирования процесса инвестирования и возврата инвестиций;
- нормативного регулирования тарифной политики.

В рамках программы необходимо разработать и принять «Положение об инвестиционном налоговом кредите», где прописать механизм освобождения предприятий от уплаты налогов или предоставления отсрочки их оплаты для предприятий, занимающихся инвестированием в жилищно-коммунальный комплекс. Что касается системы тарифного регулирования, то она должна способствовать привлечению инвестиций в предприятия жилищно-коммунального хозяйства, установлению индивидуальных приборов учета, регулирования потребления основных коммунальных услуг и их сервисное обслуживание. Для этих целей в тарифы должна быть включена инвестиционная составляющая. Если обратиться к проблеме поддержания текущего финансового состояния предприятий ЖКХ, то, с одной стороны, здесь не

требуется изобретать новые финансовые технологии, с другой стороны, ощущается потребность в стимулировании и организационной поддержке указанных процессов. Остановлюсь лишь на двух финансовых инструментах, позволяющих оптимизировать уровень текущего финансового состояния предприятий ЖКХ – это выпуск облигаций и овердрафт. В соответствии с нормативами уровень оборотных средств в структуре активов предприятий ЖКХ должен составлять 20-25%, на практике он не превышает 10-15%, причем половина из них – это не реальные активы, а дебиторская задолженность.

Ни для кого не секрет, что нехватка финансовых ресурсов в обороте предприятия может привести к катастрофическим последствиям. Кризисы неплатежей в отдельно взятой системе ЖКХ могут вызвать, например, срыв поставок тепла или горячей воды и т. п.

Рынок банковских ценных бумаг региона в настоящее время представлен и активно развивается в основном за счет наращивания объемов выпускаемых акций и векселей. Такой инструмент финансового рынка, как облигации практически не востребован. А ведь даже подпрограмма “Реформирование и модернизация жилищно-коммунального комплекса Российской Федерации” обращает внимание на возможность выпуска и размещения на рынке

- облигаций предприятиями жилищно-коммунального комплекса, осуществляющими модернизацию, в том числе и целевых, т.е. под реализацию конкретных проектов;

- муниципальных облигаций в целях использования заемных средств на модернизацию и развитие жилищно-коммунального комплекса.

Безусловно, услуги по эмиссии и обращению облигаций наиболее качественно смогут оказывать именно региональные банки, поскольку являются финансовыми организациями и имеют свои разветвленные сети отделений. Интересна и другая возможность – использование овердрафта для покрытия текущих кассовых разрывов стабильно функционирующих предприятий ЖКХ. Сущность предлагаемого механизма заключается в следующем. При остром дефиците оборотных средств предприятие ЖКХ по предварительной договоренности с кредитной организацией представляет платежные документы на сумму, превышающую остаток на его расчетном счете. Кредитная организация проводит оплату, а образовавшаяся ссудная задолженность погашается всеми поступлениями на расчетный счет данного предприятия.

Подобные кредитные отношения строятся на следующих принципах:

- соблюдение общих принципов кредитования (срочности, платности, возвратности);

- предоставление заемных средств в размере дебетового сальдо расчетного счета, образовавшегося в результате платежей сверх остатка на нем;

- погашение задолженности по овердрафту за счет всех поступлений на расчетный счет клиента.

Таким образом, кредитная организация предоставляет предприятию ЖКХ так называемый овердрафт: кредитует расчетный счет клиента при недостатке

денежных средств. Овердрафтный кредит предусматривает контроль банка за использованием заемных средств, а процентные ставки по данному виду операций, как правило, относительно низкие.

Еще одно важное направление реформирования ЖКХ – энергоресурсосбережение. Вряд ли надо доказывать, что снижение затрат на производство, передачу и потребление энергоресурсов выгодно населению, и является условием перехода отрасли на безубыточное финансирование. Решение проблем энергоресурсосбережения возможно только путем активного взаимодействия предприятий ЖКХ с поставщиками услуг и собственниками жилья, что также требует соответствующего законодательного обеспечения на региональном уровне. Для того чтобы заинтересовать обе стороны жилищно-коммунальные предприятия (в снижении производственных издержек), потребителей (в уменьшении стоимости потребляемых услуг), нужно разработать и принять «Положение по экономическому стимулированию предприятий, занимающихся вопросами энергоресурсосбережения, на принципах использования и распределения полученной экономии».

## **РАЗРАБОТКА И ИСПЫТАНИЕ ПЕРЕНОСНОГО УСТРОЙСТВА ПОДГОТОВКИ ПИТЬЕВОЙ ВОДЫ**

*Крошилов А. Л., ведущий программист ВЦ «ЦИОТ» УИ; Васильев А. Л., д.т.н., профессор, Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет, г. Новгород*

*Аннотация. Представлено разработанное переносное устройство, обеспечивающее получения качественной питьевой воды в условиях чрезвычайных ситуаций. Описание и режим работы данного устройства.*

## **DEVELOPING AND TESTING A PORTABLE UNIT FOR POTABLE WATER PREPARING**

*Kroshilov A. L., Leading programmer VC «CIOT» UI; Vasil'ev A. L., Doctor of Technics, Professor, Nizhny Novgorod State University of Architecture and Civil Engineering, Novgorod*

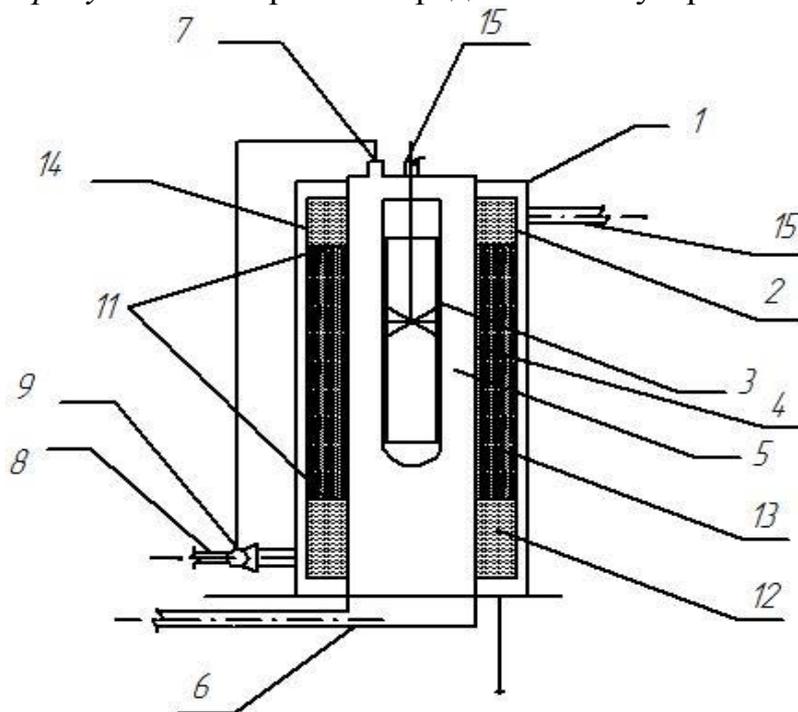
*Abstract. Presented is the developed portable unit, providing qualitative potable water in emergency situations. Description and operating regime of this unit are given.*

Проблемам по водоснабжению населения России по оценке, Роспотребнадзора следует уделять особое внимание. Наибольшую опасность представляют вирусы, которые могут попасть в питьевую воду. Одним из главных признаков, указывающих на водный характер эпидемической вспышки, является почти одномоментное появление большого количества заболеваний среди лиц, пользующихся одним и тем же источником

водоснабжения. Вместе с тем этот процесс отличается сравнительно быстрым уменьшением числа пострадавших с момента закрытия этого источника, причем в течение определенного периода отмечаются отдельные случаи контактных заболеваний в виде так называемого эпидемического хвоста.

Загрязнение воды в источниках водоснабжения происходит при авариях, попадании сточных вод. Питьевая вода должна быть безопасна в эпидемиологическом и радиационном отношении, безвредна по химическому составу и иметь благоприятные органолептические свойства. Основой для гигиенического нормирования качество воды должно быть соответствие требованиям ее безопасности в токсикологическом и эпидемиологическом отношении, а также эстетическим запросам населения. В последнее время участились случаи природных и техногенных катастроф, в результате которых выходят из строя системы централизованного водоснабжения. При этом наблюдается резкое ухудшение качества воды в источниках водоснабжения.

Установка для обработки воды разработана на кафедре Водоснабжения и водоотведения Нижегородского государственного архитектурно-строительного университета. Она применяется как автономная система при чрезвычайных ситуациях [1]. На *рисунке 1* изображено предложенное устройство.



*Рис. 1.* Установка по обработки воды: 1 – корпуса; 2 – охлаждающей рубашки; 3 – низковольтного электрода; 4 – высоковольтного электрода; 5 – разрядной зоны; 6 – патрубка подвода сжатого осушенного газа; 7 – патрубка озона; 8 – патрубка подвода обрабатываемой воды; 9 – эжектора; 10 – патрубка отвода озонированной воды; 11 – водопроницаемых сеток; 12 – нижней приемной секции; 13 – средней фильтровальной секции с фильтрующим материалом; 14 – верхней секции обработанной воды; 15 – элемент подачи высокого напряжения.

Режим работы устройства для обработки воды следующий. По патрубку подается сжатый и осушенный газ и попадает в разрядную зону, образованную высоковольтным и низковольтным электродом, где синтезируется озон.

Полученной озон по патрубку через эжектор вводится в обрабатываемую воду. Смешанная озонная смесь подается в нижнюю часть устройства равномерно. распределяется по площади фильтровальной секции и после фильтрования выводится через патрубок потребителю. Особенность устройства является то, что охлаждающая рубашка выполняет 3 функции: отводит тепло из разрядной зоны генератора озона, содержит секцию фильтрующих материалов и осуществляет контакт обрабатываемой воды с озоном. Эффективность устройства проверялось на модельных растворах и реальной воде нескольких источников. Результаты исследований представлены в *таблице 1*.

*Таблица 1*

*Результаты экспериментов.*

Показатели качества воды	Исходная вода	Прототип					Новая конструкция				
		Время проведения эксперимента, сут.					Время проведения эксперимента, сут.				
		1	3	5	7	10	1	3	5	7	10
Окисляемость, мг. О <sub>2</sub> /л	9,75	2,00	2,32	3,45	4,80	5,55	1,85	1,85	2,05	2,20	2,43
Общий органический углерод, мг/л	12,8	9,15	9,43	10,05	10,43	11,7	7,13	7,28	7,86	8,31	8,31
Общее микробное число, шт/мл	8400	0	0	15	38	85	0	0	0	0	0
Mn, мг/л	0,34	0	0	следы	0,02	0,07	0	0	0	0	0

**Примечание**

1. Пат. 2311348 RU C02 F1/78. Устройство для обработки воды / В. В. Найденко, А. Л. Васильев, Л. А. Васильев, И. В. Бокова, А. Л. Крошилов. Заявл. 03.08.05; опубл. 27.11.07. Бюл. № 33.

**ПРАКТИЧЕСКИЙ ОПЫТ ПРИМЕНЕНИЯ ПРОГРАММНО-РАСЧЕТНОГО КОМПЛЕКСА «ZULUHIDRO» В ООО «ТЮМЕНЬ ВОДОКАНАЛ»**

*Кулагина Е. А., инженер отдела оптимизации режимов сетей и сооружений ООО «Тюмень Водоканал»*

*Аннотация. Для оптимизации работы системы подачи и распределения воды, в ООО «Тюмень Водоканал» ведется работа по гидравлическому моделированию с использованием программно-расчетного комплекса «ZuluHidro». Программа позволяет проводить анализ работы системы водоснабжения в различных штатных и аварийных режимах, выполнять поверочные гидравлические расчеты. Для централизованного хранения информации на основе ПРК «ZuluHidro» создана геоинформационная система подземных коммуникаций.*

## **REAL-LIFE EXPERIENCE IN UTILIZATING OF SOFTWARE-CALCULATED COMPLEX «ZULUHUDRO» AT LLC «TJUMEN'-VODOKANAL»**

*Kulagina E. A., Engineer of networks and structures rates optimization department, LLC «Tjumen'-Vodokanal», Tyumen*

*Abstract. To optimize the operation of water supply and distribution system LLC «Tjumen'-Vodokanal» do work in hydraulic modeling using the software-calculated complex «ZuluHudro». The software program enables to perform analysis of water supply system in different design modes and emergency states, to fulfill hydraulic checking calculations. As centralized information storage geoinformation system of underground pipelines was created on the basis of PRK «ZuluHudro».*

В условиях увеличения мощностей промышленных предприятий, строительства новых районов города появляются новые проблемы в эксплуатации водопроводных сетей города. Одной из значимых составляющих жилищно-коммунального хозяйства являются инженерные сети и сооружения. Для оптимизации работы системы подачи и распределения воды, в ООО «Тюмень Водоканал» с 2006 года ведется работа по гидравлическому моделированию с использованием программно-расчетного комплекса «ZuluHudro». Программа разработана ООО «Политерм» (г.Санкт-Петербург). Геоинформационная система сетей водоснабжения города подготовлена на основе планшетов съемки города в масштабе 1:2000. ГИС позволяет оперативно подгружать географические съемки, хранить семантическую информацию, производить анализ данных, а также выполнять выборки по заданным условиям.

*Общие сведения.* Подача воды потребителям г. Тюмени осуществляется комплексом водозаборных узлов. Метелёвский водозабор расположен в 10 км от города, источником является р.Тура. Велижанский водозабор расположен в 30 км. от г. Тюмени. В настоящее время на водозаборе насчитывается 93 действующие артезианские скважины, из них постоянно находятся в работе 34. Общая протяженность сетей водопровода г. Тюмень составляет 980 км. Максимальный диаметр трубопровода – 1000 мм. Более 12000 водопроводных колодцев и камер насчитывает ГИС города.

В условиях развития системы водоснабжения города схема сетей значительно усложняется за счет появления в ней дополнительных элементов. Для анализа режима работы сетей и оптимизации работы системы подачи и распределения воды ООО «Тюмень Водоканал» решает следующие задачи:

- создание геоинформационной системы (ГИС) подземных коммуникаций для централизованного хранения информации;
- выполнение гидравлических расчетов на основе ГИС;
- паспортизация и инвентаризация сетей водопровода;
- анализ аварийности сетей;

– составление базы данных состояния запорной арматуры сетей водоснабжения.

*Поверочный гидравлический расчет.* К настоящему времени на базе программного модуля «ZuluHydro» создана гидравлическая модель г. Тюмени. Модель системы водоснабжения позволяет выполнять поверочные расчеты. Для анализа работы сети в различных штатных и аварийных режимах, выполняются поверочные гидравлические расчеты системы подачи и распределения воды при изменениях режимов работы водозаборных сооружений, плановых и аварийных отключениях магистральных водоводов, для определения технической возможности подключения проектируемых объектов к действующим сетям. По результатам расчетов составляются пьезометрические графики и профили трубопроводов.

Для оценки достоверности расчетных данных гидравлической модели смоделирован режим работы водопроводной сети при отключении запорной арматуры на магистральных водоводах. На основе расчетных данных, описанных при помощи программного модуля «ZuluHydro», выявлена область потребителей, попавших в зону отключения водоснабжения. По факту отключения проведен мониторинг жалоб, поступивших от жителей города на момент отключения. Совпадение расчетных данных с фактическими жалобами абонентов составляет 76%. Программно-расчетный комплекс «ZuluHydro» позволяет достаточно точно определить зону отключения и пониженного давления, а, следовательно, и количество потребителей попавших в зону отключения при закрытии задвижек.

Для повышения точности данных гидравлической модели сетей водоснабжения специалисты ООО «Тюмень Водоканал» с 2007 г. проводят работы по паспортизации водопровода.

Паспортизация водопровода описание общих сведений о водопроводной сети – протяженности водоводов, материалов, детализировок колодцев, с занесением в базу данных ГИС «Zulu». Паспорт камеры, колодца – документ, удостоверяющий технологическую схему и наличие в нем запорной арматуры (детализировка), а так же ее функциональное состояние (*см.: рис. 1.1*).

На текущий момент в базу данных ГИС «Zulu» занесено 3035 паспортов водопроводных колодцев и камер. Всего система водоснабжения города насчитывает более 12000 водопроводных колодцев и камер.

С 2011 года в ООО «Тюмень Водоканал» начата работа по разработке и установке информационных табличек с указанием уникального номера колодца и привязок для нахождения колодца на местности. Использование информационных координатных табличек значительно сокращает время на поиск колодца, особенно в зимних условиях под снегом и льдом либо при завале колодцев посторонними предметами. На текущий период установлено более 2000 информационных табличек.

Выполнение работ по паспортизации сетей водопровода, позволит:

- сократить время устранения аварий на сети водопровода;
- уменьшить количество внеплановых отключений;
- принять оптимальные решения по замене участков трубопроводов.

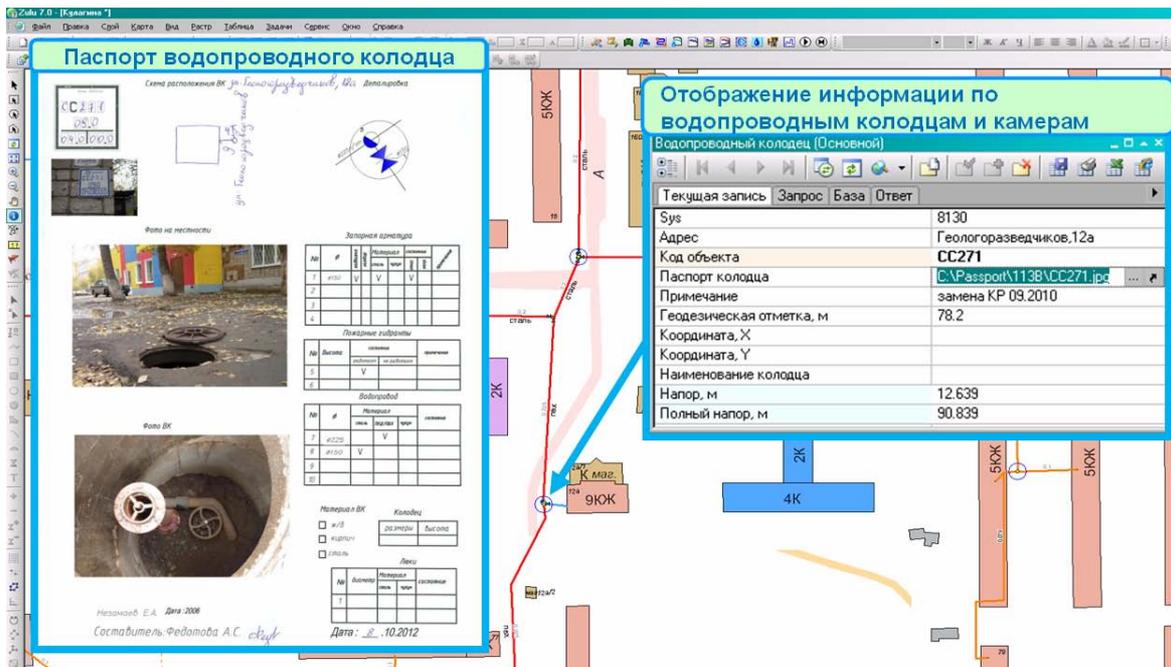


Рис. 1.1. Отображение информации по водопроводным колодцам и камерам.

Составление карты аварийности на водопроводных сетях города. Для анализа повреждений на водопроводных сетях и эффективного планирования планово-предупредительного ремонта специалистами ООО «Тюмень Водоканал» с 2010 года ведется работа по составлению карты аварийности с использованием ГИС «Zulu». В карту аварийности заносится информация о виде и месте повреждения, диаметру и материалу трубопровода, а также способе устранения утечки. Анализ аварийности позволяет оценить состояние трубопроводов, выявить участки с наибольшим количеством повреждений (ветхие трубопроводы), а также выполнить разбивку по материалу трубопровода и виду повреждений.

Внедрение ГИС – длительный сложный процесс, связанный со значительными трудозатратами. В настоящее время существует ряд серьезных проблем, препятствующих полноценному внедрению ГИС на предприятии ООО «Тюмень Водоканал»:

1. наличие режимных ограничений в использовании ГИС;
2. недостаточная достоверность информации (отсутствие привязок, наличие ошибок при составлении паспортов водопроводных колодцев и камер);
3. слабая реализация диспетчерских задач;

Полноценное внедрение ГИС обеспечит рост эффективности функционирования предприятия в целом. С целью решения вышеперечисленных проблем и выполнения поставленных задач принято решение о разработке принципиально новой перспективной информационной системы для отображения системы водоснабжения – мнемосхемы. Внешний вид мнемосхемы сетей водоснабжения представлен на рис. 1.2.

Мнемосхема – графическая модель, отображающая функционально-техническую схему управления водоснабжением заданного района.

*Требования к разрабатываемой мнемосхеме предприятия:*

1. простота и наглядность отображения схемы сетей;
2. интуитивно-понятный интерфейс;
3. достоверность информации;
4. отсутствие ограничений по секретности;
5. реализация диспетчерских задач (данные в системе должны отражать актуальное состояние элементов сети);
6. возможность составления перечня отключаемых абонентов;
7. возможность работы нескольких пользователей на сервере в единой базе данных.

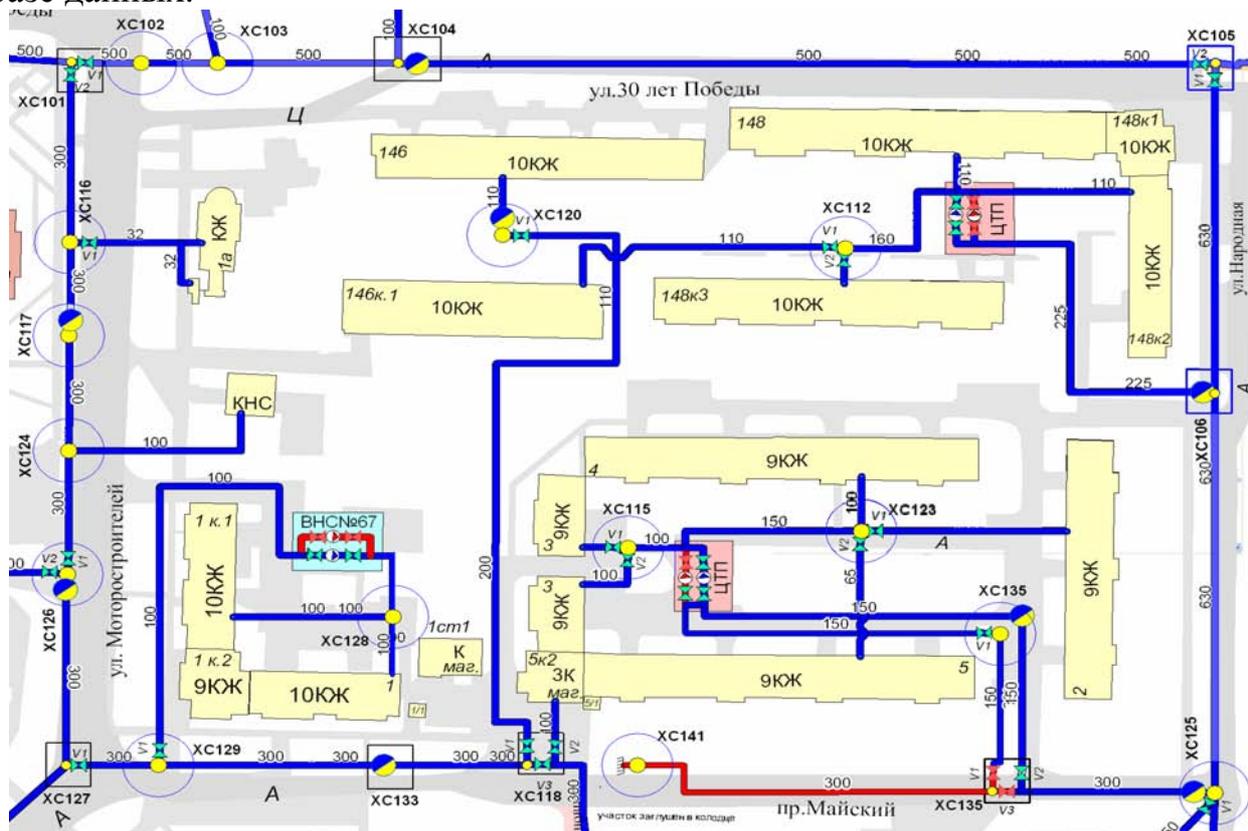


Рис. 1.2. Внешний вид мнемосхемы сетей водоснабжения.

С 2012 года ведется работа по подготовке информации для составления мнемосхемы сетей водоснабжения г. Тюмени. Производится сбор и систематизация данных по схеме водоснабжения: наличие договоров на подключение к системе водоснабжения, приборов учета на вводах в здания, информации по балансовой принадлежности сетей водоснабжения, актов разграничения зон ответственности.

*Выводы:* В ООО «Тюмень Водоканал» создана гидравлическая модель системы водоснабжения. На ее основе выполняются поверочные гидравлические расчеты системы подачи и распределения воды в различных штатных и аварийных режимах работы. Гидравлическое моделирование позволяет оптимизировать работу сетей и сооружений системы, прогнозировать различные ситуации на сетях (перекладку водоводов, подключение новых абонентов). Ведется непрерывная работа по уточнению гидравлической модели, с занесением паспортов водопроводных колодцев и камер,

исполнительных съемок вновь построенных сетей. Анализ аварийности на сетях водоснабжения, позволяет более эффективно организовывать планово-предупредительный ремонт. Реализация этих мероприятий в целом повышает устойчивость и эффективность работы системы водоснабжения г. Тюмени.

## **ПРИМЕНЕНИЕ СОВРЕМЕННОГО РЕАГЕНТА ДЛЯ ОБЕЗВРЕЖИВАНИЯ СТОЧНЫХ ВОД, СОДЕРЖАЩИХ ИОНЫ $\text{Cu}^{2+}$**

*Курилина Т. А., к.т.н., доцент; Зенько Е. С., магистр, Сибирский федеральный университет, г. Красноярск*

*Аннотация. В статье приводятся данные по оптимальным дозам для обезвреживания медьсодержащих стоков современным реагентом AMERSEP MP7.*

## **MODERN REAGENT APPLICATION TO SANITATE WASTE WATER CONTAINING IONS $\text{Cu}^{2+}$**

*Kurilina T. A., PhD (Technical Sciences), Associate professor; Zen'ko E. S., Master, Siberian Federal University, Krasnoyarsk*

*Abstract. Cited are data of optimal doses to sanitize copper-bearing sewerage by modern reagent AMERSEMP7.*

В последние годы одной из острейших проблем, связанной с развитием промышленности, является загрязнение водного бассейна. К числу наиболее опасных источников загрязнений окружающей среды можно отнести сточные воды, содержащие ионы тяжелых металлов, в частности ионы меди  $\text{Cu}^{2+}$ . Источниками поступления в окружающую среду ионов меди являются многие промышленные производства: гальваническое, металлургическое, машиностроительное и горнодобывающее. Из-за того, что на предприятиях воду используют в огромных количествах – концентрация этих веществ очень большая, а ионы любых тяжелых металлов, даже в малых концентрациях, являются токсичными и представляют серьезную угрозу для окружающей среды. Поэтому в настоящее время актуальной задачей является поиск и разработка новых высокоэффективных и дешевых методов очистки сточных вод от ионов меди.

Благодаря современным технологиям, существует множество способов водоочистки, такие как химическое осаждение, коагуляция, ионный обмен, электрохимические методы и т.д. Чаще всего в производственной практике для удаления ионов тяжелых металлов, в частности ионов меди  $\text{Cu}^{2+}$ , используют реагентный метод, заключающийся в осаждении металлических ионов при добавлении к стоку соответствующего реагента. Достоинство метода в его простоте, широком интервале начальных концентраций ионов тяжелых металлов, дешевизне используемого реагента [1].

Задачей исследований являлось определение оптимальных доз современного реагента AMERSEP MP7 для обезвреживания сточных вод, содержащих ионы  $\text{Cu}^{2+}$  для обеспечения высокого эффекта очистки стоков в экономически выгодных условиях. AMERSEP MP7 – реагент, содержащий 25-40% раствора политиокарбоната натрия ( $\text{Na}_2\text{CS}_4$ ), широко применяется в Западной Европе для удаления ионов тяжелых металлов из сточных вод, обладает малой токсичностью по сравнению с традиционными осадителями.

Реагент AMERSEP MP7 – жидкость бледно-оранжевого цвета. Плотность реагента  $1050 \text{ кг/м}^3$ , величина pH – 11,0, температура замерзания –  $0^\circ\text{C}$ , температура кипения –  $100^\circ\text{C}$ , относительная плотность (вода=1) – 1,05, легко растворяется в холодной воде, обладает слегка серным запахом.

На кафедре «ИСЗиС» ФГАОУ ВПО Сибирского федерального университета Инженерно-строительного института была приготовлена модельная сточная жидкость со следующими концентрациями ионов меди  $\text{Cu}^{2+}$ :  $=60 \text{ мг/дм}^3$ ;  $=100 \text{ мг/дм}^3$ ;  $=140 \text{ мг/дм}^3$  и обработана реагентом AMERSEP MP7.

В результате обработки сточной воды реагентом AMERSEP MP7 удалось снизить содержание ионов меди  $\text{Cu}^{2+}$  в воде и определить оптимальную дозу реагента, которая составляет 0,05-0,02 мл/л. Результаты испытаний приведены в *таблице 1*.

*Таблица 1*

*Результаты эксперимента.*

№ пробы	Исходная концентрация $\text{Cu}^{2+}$ мг/дм <sup>3</sup>	Доза реагента мл/л	Величина pH	Остаточная концентрация $\text{Cu}^{2+}$ мг/дм <sup>3</sup>	Эффект очистки, %
1	60	0,25	10,5	0,316	99,47
2	60	0,05	10,5	0,268	99,55
3	60	0,02	10,5	0,190	99,68
4	60	0,002	10,5	0,743	98,76
5	100	0,25	10,5	0,507	99,49
6	100	0,05	10,5	0,212	99,78
7	100	0,02	10,5	0,192	99,80
8	100	0,002	10,5	1,702	98,29
9	140	0,25	10,5	0,686	99,51
10	140	0,05	10,5	0,298	99,78
11	140	0,02	10,5	0,141	99,89
12	140	0,002	10,5	4,628	96,69

Концентрацию ионов меди  $\text{Cu}^{2+}$  в воде определяли на атомно-абсорбционном спектрометре 3300 производства Perkin-Elmer с пламенным атомизатором. По результатам исследований построены гистограммы, представленные на *рисунке 1*.

Для интенсификации хлопьеобразования использовали  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  (5%ый) или NaOH (5%) и снимали кинетику осаждения осадка. Было установлено, что применение  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  наиболее целесообразно.

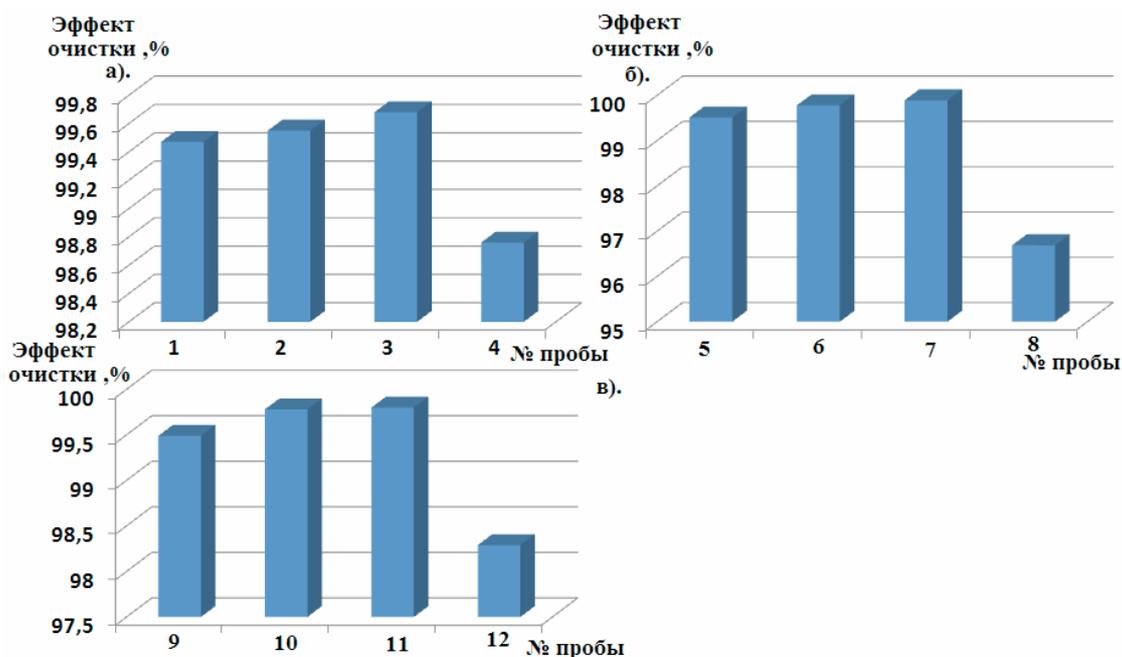


Рис. 1. Зависимость эффекта очистки от дозы реагента AMERSEP MP7:  
 а)  $Cu^{2+}=60$  мг/дм<sup>3</sup>; б)  $Cu^{2+}=100$  мг/дм<sup>3</sup>; в)  $Cu^{2+}=140$  мг/дм<sup>3</sup>

В результате исследований по использованию современного реагента AMERSEP MP7 были найдены оптимальные дозы для обезвреживания медьсодержащих стоков, что позволяет их использовать на технологические нужды гальванического производства и схемы промывок.

#### Примечание

1. Касиков, А. Г. Очистка промышленных сточных вод с использованием отходов производства // Экология промышленного производства. – 2006. – № 4. – С. 28-35.

### ПРИМЕНЕНИЕ РЕАГЕНТА AMERSEP MP3 ДЛЯ ОБЕЗВРЕЖИВАНИЯ МЕДСОДЕРЖАЩИХ СТОЧНЫХ ВОД

*Курилина Т. А., к.т.н., доцент; Парфенова О. Н., магистр, Сибирский федеральный университет, г. Красноярск*

*Аннотация. Приводятся предварительные данные по применению реагента AMERSEP MP3 для обезвреживания медьсодержащих сточных вод.*

### REAGENT AMERSEP MP3 APPLICATION TO SANITATE COPPER-BEARING WASTE WATER

*Kurilina T. A., PhD (Technical Sciences), Associate professor; Parfenova O. N., Master, Siberian Federal University, Krasnoyarsk*

*Abstract. Cited are preliminary data of reagent AMERSEPMP3 application to sanitare copper-bearing waste water.*

Омеднение покрытий используется во многих отраслях промышленности. Технология обработки поверхности и нанесения медного покрытия разделяют друг от друга операциями промывки вследствие чего данное производство является одним из крупных водопотребителей, примерно 90 – 95 % воды в гальваническом производстве используется на промывочные операции. Ежегодно при промывке изделий из рабочих ванн выносится не менее 2500 тонн меди [1]. Соединения меди, выносимые сточными водами гальванического производства, оказывают вредное воздействие на экосистему, даже в малых концентрациях может возникнуть резко выраженное токсичное действие на рыб и другие водные организмы [2]. При проектировании систем водоснабжения современных гальванических производств чаще всего возникает необходимость в создании замкнутых систем оборотного водоснабжения и особенно остро стоит проблема применения новых дешевых и качественных реагентов. В Западной Европе в последнее время находит широкое применение реагент AMERSEP MP3, производства Ashland Specialty Chemical Company Drew Industry (Netherlands), который позволяет осаждать катионы многих тяжелых металлов из сточных вод предприятий в виде малорастворимых хелатных соединений [3]. Данный реагент представляет органосеросодержащее соединение, в котором 30-45% раствора диэтилдитиокарбоната натрия.

Реагент AMERSEP MP3 – это жидкость легко растворимая, слегка желтоватого цвета, плотность ее 1180 кг/м<sup>3</sup>; величина рН<sub>исх.</sub> – 10,0; температура замерзания – 5 °С; температура кипения 100 °С; разлагается под действием микроорганизмов; рекомендуемый температурный режим хранения от 0 °С до 30 °С; относительная плотность (вода=1) – 1,18. Относится к стабильным товарным продуктам.

Диэтилдитиокарбонат натрия (C<sub>5</sub>H<sub>10</sub>NS<sub>2</sub>Na) – это хелатное образование при обработке сероуглерода диэтиламином в присутствии гидроксида натрия.

Для разработки технологии и определения режимов очистки промывных стоков гальванических цехов от ионов меди Cu<sup>2+</sup> на кафедре «ИСЗиС» ФГАОУ ВПО Сибирского федерального университета Инженерно-строительного института была приготовлена модельная сточная жидкость с исходной концентрацией ионов: Cu<sup>2+</sup>=60 мг/дм<sup>3</sup>; Cu<sup>2+</sup>=100 мг/дм<sup>3</sup>; Cu<sup>2+</sup>=140 мг/дм<sup>3</sup> и обработана реагентом AMERSEP MP3, что позволило снизить концентрацию ионов меди в воде до следующих показателей (см.: табл. 1).

Таблица 1

*Результаты экспериментальных исследований процесса обезвреживания медьсодержащих сточных вод.*

№ пробы	Исходная концентрация Cu <sup>2+</sup> , мг/дм <sup>3</sup>	Доза реагента мл/л	Величина рН	Остаточная концентрация Cu <sup>2+</sup> , мг/дм <sup>3</sup>
1	140	0,05	11	0,501
2	140	0,1	7,8	0,598
3	100	0,05	7,0	0,212
4	100	0,01	1	0,63
5	60	0,01	11	0,209

Концентрацию ионов меди определяли на атомно-абсорбционном спектрометре 3300 производства Perkin-Elmer с пламенным атомизатором. Из таблицы видно, что предлагаемый реагент AMERSEP MP3 эффективно снижает уровень содержания ионов меди  $\text{Cu}^{2+}$  в сточной воде до минимума показателей качества воды (см.: табл. 2), используемой на технологические нужды для промывки в соответствии с ГОСТом 9.314-90 «Вода для гальванического производства и схемы промывок»

Таблица 2

Показатели качества воды.

Показатели качества воды, ингредиенты	Единицы измерения	Допустимое значение показателей качества и ингредиентов технической воды по категориям	
		Категория 1	Категория 2
Медь	мг/дм <sup>3</sup>	1,0	1,0

Реагент AMERSEP MP3 подавали в систему указанными в таблице 1 дозами, затем перемешивали в течение 1,0 – 1,5 минут пока смесь не станет однородной. Для корректировки величины рН использовали  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  или  $\text{NaOH}$  и снимали кинетику осаждения осадка, представленную на рисунке 1 (а, б, в).

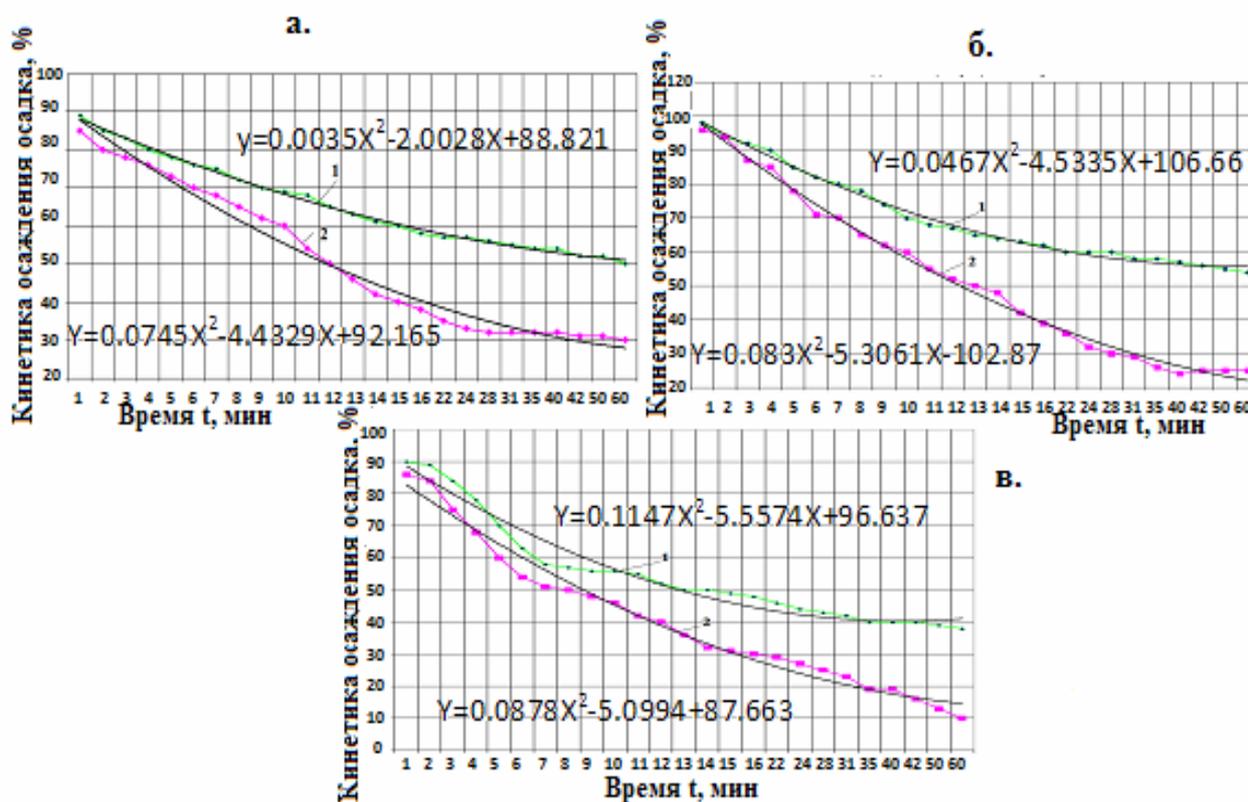


Рис. 1.: а –  $\text{Cu}^{2+} = 60 \text{ мг/дм}^3$ ; б –  $\text{Cu}^{2+} = 100 \text{ мг/дм}^3$ ; в –  $\text{Cu}^{2+} = 140 \text{ мг/дм}^3$ .  
1 – применение  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ; 2 – применение  $\text{NaOH}$ .

Установлено, что применение  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  предпочтительнее.

В результате проведенных исследований процесса реагентного обезвреживания медьсодержащих сточных вод определена оптимальная доза реагента и величина рН при которых достигаются требования к качеству очищенной воды для технических нужд предприятия.

### *Примечание*

1. Колесников, В. А. Анализ, проектирование технологий и оборудования для очистки сточных вод / В. А. Колесников, Н. В. Меньшутина. – М.: ДеЛипринт, 2005. – 266 с.
2. Измерова, Н. Ф. Медь и ее соединения / Под общей ред. академ. Н. Ф. Измеровой. – М.: Центр международных проектов ГКНТ, 1989. – 225 с.
3. Пат. 588/256 Стабилизации тяжелых металлов в золе / Кэтлин Энн, Крамер; Марк Жерар, № 601484, 22 июля 1997 г.

## **ИНТЕНСИФИКАЦИЯ ПРОЦЕССА РАСТВОРЕНИЯ Порошкообразных флокулянтов**

*Ледян Ю. П., Щербакова М. К., Белорусский национальный технический университет, г. Минск; Бессолова Л. В., ТюмГАСУ, г. Тюмень*

*Аннотация. В результате проведенных исследований разработан новый способ интенсификации процесса растворения высокомолекулярных материалов за счет одновременной турбулизации потоков благодаря конструкции лопастей импеллера и механического воздействия на растворяемые частицы флокулянта твердыми нерастворяемыми частицами. Применение разработанного метода позволяет резко снизить энергоемкость процесса растворения, повысить качество приготавливаемых растворов и уменьшить расход дорогостоящих флокулянтов.*

## **INTENSIFICATION OF POWDERY FLOCCULANTS DILUTION PROCESS**

*Ledjan Ju. P., Shherbakova M. K., Belarusian National Technical University, Minsk; Bessolova L. V., TSUACE, Tyumen*

*Abstract. As the result of research developed is a new method of intensification process of highly molecular materials solution owing to simultaneous turbolization of flows due to the impeller blade construction and mechanical impact on dissolved flocculent particles with hard non-dissolved particles. The application of the worked-out method enables to decrease the power intensity of the solution, raises the quantity of prepared solutions and decreases the waste of expensive flocculants.*

Для очистки сточных вод промышленных предприятий от взвешенных мелкодисперсных частиц и осветления стоков в настоящее время широко применяются флокулянты, которые резко интенсифицируют процесс флокуляции твердых частиц и осветления жидкой фазы. Наиболее эффективными являются синтетические высокомолекулярные вещества, одним из самых распространённых среди которых является полиакриламид (ПАА) [1, с. 8]. Обычно применяется ПАА, выпускаемый в виде гранул со средним размером 0,5-0,8 мм. Приготовление водного раствора ПАА требует наличия специального оборудования и соблюдения технологии растворения. Процесс растворения высокомолекулярных веществ в отличие от низкомолекулярных

сопровождается набуханием, вернее, набухание таких веществ является начальной стадией их растворения.

На начальной стадии растворения происходит не только диффузия макромолекул ПАА в воду, как это имеет место при растворении низкомолекулярных веществ, но и диффундирование молекул воды в макромолекулу полимера, которая упакована сравнительно неплотно, и в результате теплового движения гибких цепей между ними образуются пустоты, в которые могут проникать молекулы воды. Молекулы воды раздвигают вначале отдельные участки цепи макромолекул, а затем – сами макромолекулы.

Так как подвижность молекул воды во много раз выше подвижности макромолекул ПАА, то сначала главным образом происходит диффузия молекул воды в высокополимер, существенно увеличивая его объём, и только лишь потом макромолекулы ПАА отрываются от основной массы вещества и начинают диффундировать в жидкую среду, образуя однородный раствор.

На этой стадии растворения поверхность каждой частицы ПАА покрывается оболочкой, состоящей из набухших макромолекул вещества, обладающих высокой когезией.

Диспергированные частицы ПАА, обладающие более высокой чем вода плотностью, в процессе перемешивания в ёмкости мешалки отстают от молекул воды вследствие большей инерционности. Поток жидкости обтекает макромолекулы полимера, и молекулы воды при этом ударяются о макромолекулы, проникая внутрь частицы в межмолекулярные промежутки каждой макромолекулы [2, с. 185]. Одновременно с этим происходит отрыв макромолекул с поверхности слоя и уход их в раствор.

Ускорение процесса отрыва макромолекул от поверхности частиц приводит в свою очередь к интенсификации процесса проникновения молекул воды внутрь макромолекул полимера, что приводит в конечном итоге к сокращению длительности растворения флокулянта в воде.

При достаточно высокой турбулизации потока происходит соударение растворяемых частиц между собой, что приводит к изменению траекторий их движения и механическому разрушению образующейся на поверхности частиц ПАА ламинарной плёнки, в которой концентрация растворяющегося вещества достигает насыщения. Разрушение окружающей частицу плёнки также способствует резкой интенсификации процесса растворения.

В связи с тем, что механическое разрушение окружающей частицу набухшей пленки способствует сокращению длительности растворения, целесообразно интенсифицировать эту стадию процесса растворения за счёт внешнего механического воздействия со стороны твёрдых нерастворимых частиц, находящихся в объёме ёмкости мешалки.

В соответствии с гипотезой о возможности интенсификации процесса растворения полимера за счёт механического воздействия на флокулянт твёрдых нерастворимых частиц был разработан новый способ интенсификации процесса растворения. В качестве нерастворимых частиц целесообразно использовать твёрдые частицы, имеющие шершавую и угловатую поверхность, плотность которых будет выше плотности полиакриламида. На эту роль лучше

всего подходят частицы кварцевого песка. Интенсивность перемешивания суспензии, а аппаратах с мешалками определяется центробежным критерием Рейнольдса [3, с. 528]:

$$Re_{ц} = \frac{\rho \cdot n \cdot d_M^2}{\mu} \quad (1)$$

где  $\mu$  – динамический коэффициент вязкости;  $\rho$  – плотность перемешиваемой среды;  $d_M$  – диаметр импеллера мешалки;  $n$  – частота вращения импеллера мешалки.

Все эксперименты по исследованию эффективности растворения проводились с использованием флокулянта Праестол 2500 российского производства. Скорость флокуляции определялась по скорости осаждения глинистых шламов сильвинитовой руды Старобинского месторождения (Республика Беларусь). Перемешивание суспензии с нерастворимыми частицами крупностью  $d = 0,8$  мм в воде при числе Рейнольдса  $Re_{ц} = 0,7 \cdot 10^4$  показало, что нерастворимые частицы перемещаются по поверхности дна ёмкости. Увеличение числа Рейнольдса до значения  $Re_{ц} = 1,75 \cdot 10^4$  приводит к распределению частиц по всему объёму жидкости, но при этом частично обнажается верхняя кромка лопаток импеллера в результате образования глубокой воронки вокруг вала мешалки.

Максимальная скорость флокуляции при перемешивании суспензии с числом Рейнольдса  $Re_{ц} = 1,4 \cdot 10^4$  и длительности растворения  $\tau = 120$  мин составляет  $V = 23,27$  мм/с (кривая 1), а для смеси флокулянта с нерастворимыми частицами растворения –  $V = 31,45$  мм/с, т.е. на 31,42% выше, что представляет собой достаточно существенную разницу (см.: рис. 1).

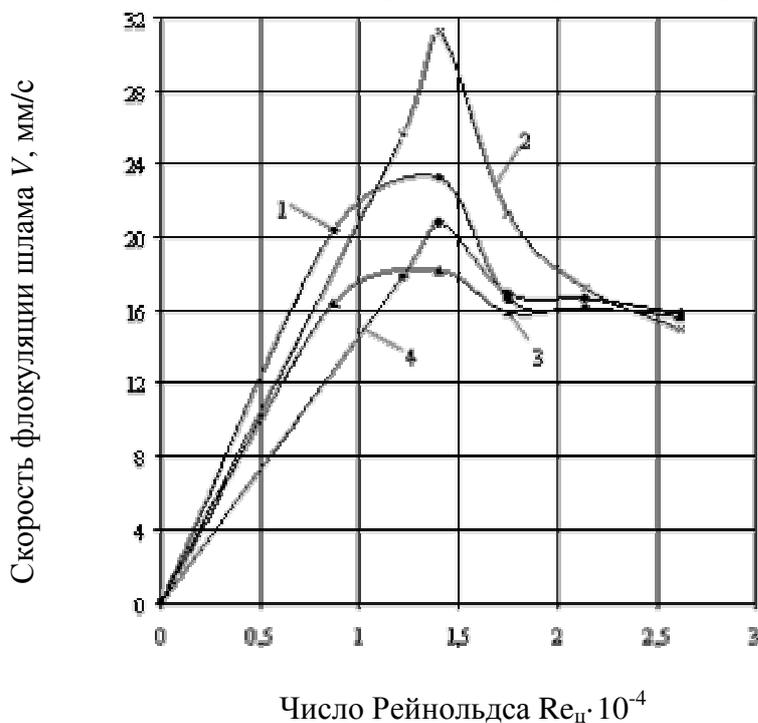


Рис. 1. Влияние критерия Рейнольдса  $Re_{ц}$  на скорость флокуляции шламов для лопастного импеллера.

Сравнение эффективности растворов флокулянта приготовленных, по разработанной технологии и традиционным способом (см.: рис. 2), показывает, что в случае использования частиц крупностью 0,80 мм обеспечивается максимальная скорость флокуляции глинистых шламов (кривая 1). Уменьшение крупности частиц до 0,63 мм (кривая 2) и 0,40 мм (кривая 3) приводит к снижению скорости флокуляции.

Анализ результатов экспериментов (рис. 2) показывает, что совместное использование импеллера с перфорированными лопастями и смеси флокулянта с нерастворимыми частицами позволяет либо не менее чем в 1,95 раза повысить скорость флокуляции шламов, либо резко сократить энергоёмкость процесса растворения, снизив длительность перемешивания с  $\tau = 120$  мин до  $\tau = 25$  мин (кривые 1, 5) при сохранении получаемой при традиционном способе растворения скорости флокуляции (кривая 5). Те же результаты можно получить, снизив расход флокулянта с 2,1 г/кг шлама до 1,0 г/кг шлама.

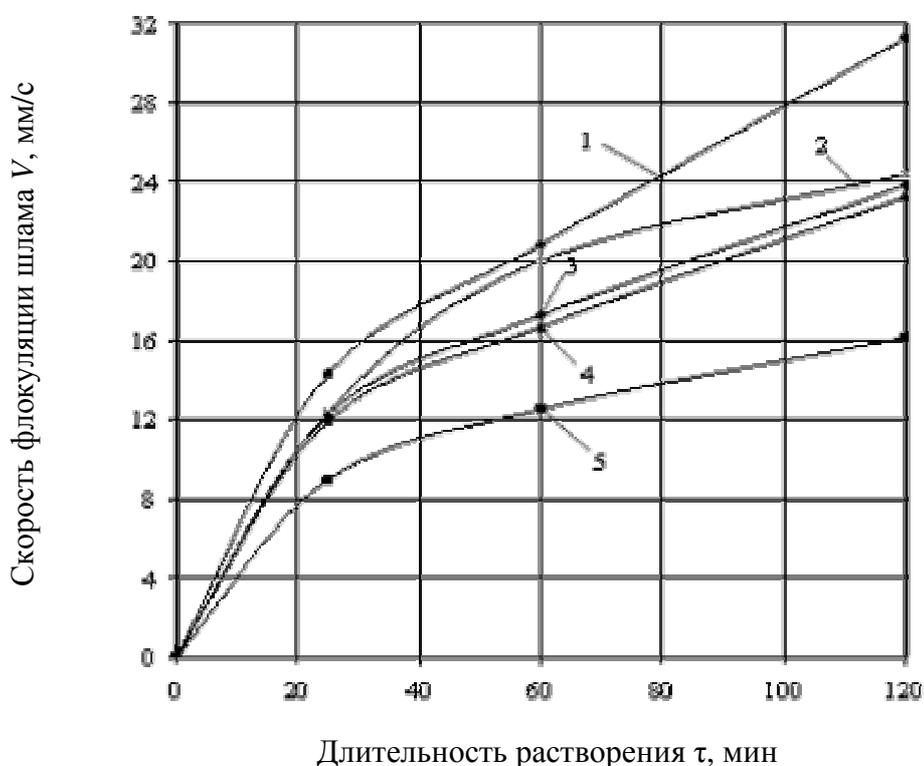


Рис. 2. Влияние длительности растворения на скорость флокуляции.

**Выводы:** В результате проведенных исследований разработан новый способ интенсификации процесса растворения высокомолекулярных материалов за счёт одновременной турбулизации потоков благодаря конструкции лопастей импеллера и механического воздействия на растворяемые частицы флокулянта твёрдыми нерастворимыми частицами. Применение разработанного метода позволяет резко снизить энергоёмкость процесса растворения, повысить качество приготавливаемых растворов и уменьшить расход дорогостоящих флокулянтов.

#### Примечание

1. Николаев, А. Ф., Охрименко, Г. И. Водорастворимые полимеры. – Л., 1979. – С.117.
2. Систер, В. Г., Мартынов, Ю. В. О растворении высокомолекулярных соединений в аппарате с мешалкой // Теоретические основы химической технологии. – 2000. – Т. 34. – № 2. – С. 183-187.
3. Ледян, Ю. П., Лобанов, Ф. И., Хартан Ханс-Георг Разработка технологического оборудования и процессов растворения флокулянтов Praestol, применяемых для сгущения глинистых шламов. – М., 2004. – С. 780.

## **ОРОШЕНИЕ ПОВЕРХНОСТИ МИНЕРАЛИЗОВАННОЙ ПЕНЫ ПРОМЫВНОЙ ЖИДКОСТЬЮ КАК ЭФФЕКТИВНЫЙ МЕТОД ИНТЕНСИФИКАЦИИ ВТОРИЧНОГО ОБОГАЩЕНИЯ**

*Ледян Ю. П., Щербакова М. К., Белорусский национальный технический университет, г. Минск; Бессолова Л. В., ТюмГАСУ, г. Тюмень*

*Аннотация. В ходе исследований в Белорусском национальном техническом университете был разработан способ вторичного обогащения в пенном слое, основанный на использовании струйной аэрации. Разработанный способ увеличивает извлечение и повышает качество концентрата, не требует дополнительных энергетических затрат и дорогостоящего оборудования. Для его реализации используется насыщенный водный раствор KCL и NaCl, называемый маточным раствором, обычно подаваемый в пенный желоб флотационной машины для разрушения флотационной пены.*

## **IRRIGATING OF MINERALIZED FOAM WITH WASHING LIQUID AS EFFECTIVE METHOD OF SECONDARY ENRICHMENT INTENSIFICATION**

*Ledjan Ju. P., Shherbakova M. K., Belarusian National Technical University, Minsk;  
Bessolova L. V., TSUACE, Tyumen*

*Abstract. During research at the Belarusian national technical university the method of secondary enrichment in the foam layer based on the fluid jet aeration utilization was worked out. The developed method enlarges the extraction and increases the quality of the concentrate; it does not demand additional energy consumption and expensive equipment. For its realizing used is fat saturation water solution of KCL and NaCl, called mother liquor and usually poured into foam chute of flotation machine for float foam destruction.*

Повышение качества флотационного концентрата является важнейшей задачей совершенствования технологического процесса производства калийных удобрений. Её решение не только позволяет увеличить извлечение хлорида калия из сильвинитовой руды, но и снизить энергоёмкость переработки руды.

Способ вторичного обогащения флотационного концентрата в пенном слое состоит в орошении поверхности минерализованной пены флотоконцентрата мелкодисперсными каплями воды, которые, проникая сквозь

слой пенного продукта на поверхности флотационной камеры, удаляют из него механически унесенные в процессе флотации частицы пустой породы и мелкодисперсные частицы флотируемого продукта.

Вторичное обогащение в пенном слое исследовано относительно слабо и в большинстве случаев его совершенно недостаточно используют для улучшения результатов флотации. Длительная промышленная практика орошения пены водой на обогатительных фабриках СССР показала высокую эффективность простого и дешевого метода интенсификации процесса вторичного обогащения и повышение технологических показателей готового продукта. В последнее время этот метод находит широкое применение и на ряде зарубежных фабрик. Таким образом, во многих случаях орошение пены водой может уменьшить расход реагентов и даже сократить число перечистных операций флотации. В ходе проведения многолетних исследований по совершенствованию и интенсификации процесса флотации сильвина из сильвинитовой руды в Белорусском национальном техническом университете совместно с ОАО «Беларуськалий» был разработан новый способ вторичного обогащения флотационного концентрата в поверхностном слое, основанный на применении водного раствора KCl и NaCl.

В ходе исследований было установлено, что оборотный водный маточный раствор, содержащий большое количество остаточных реагентов, хорошо вспенивается, образуя достаточно устойчивую пену. В качестве основного гидродинамического параметра, позволяющего сравнивать эффективность пенообразования маточного раствора с помощью струй различных диаметров и конфигураций, использовалось число Рейнольдса [1, с. 118]:

$$Re = \frac{R_r \cdot V}{\nu} \quad (1)$$

где  $R$  – гидравлический радиус, см;  $V$  – скорость жидкости на выходе из форсунки, см/с;  $\nu$  – кинематический коэффициент вязкости жидкости, для водного раствора KCl и NaCl – 0,015 см<sup>2</sup>/с.

Одной из важнейших характеристик, определяющих параметры процесса аэрирования, является коэффициент эжекции  $K_э$ , характеризующийся количеством газа, вносимого потоком жидкости в реакционный объем. Его значение вычисляется [2, с.78]:

$$K_э = \frac{Q_г}{Q_ж} \quad (2)$$

где  $Q_г$  – расход воздуха;  $Q_ж$  – расход маточного раствора.

Чем выше значение коэффициента эжекции, тем эффективнее осуществляется процесс аэрации жидкости. Поэтому необходимо стремиться к увеличению эжекции для обеспечения максимальной интенсификации процессов вторичного обогащения в пенном слое.

Обработанные экспериментальные данные представлены в виде зависимостей коэффициента эжекции  $K_э$  и диаметра струи  $D$  от числа Рейнольдса (см.: рис. 1) для струй круглого сечения при различных углах наклона сопла к поверхности жидкости.

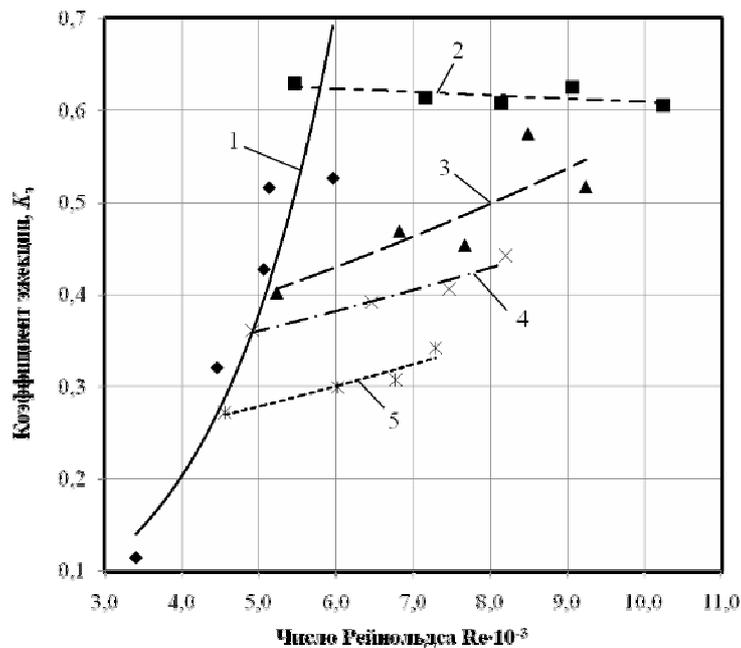


Рис. 1. Зависимость коэффициента эжекции от диаметра струи и числа Рейнольдса для струи круглого сечения,  $\alpha = 90^\circ$  1 –  $D = 2,5$  мм; 2 –  $D = 5$  мм; 3 –  $D = 7$  мм; 4 –  $D = 8$  мм; 5 –  $D = 9$  мм.

Как видно из кривой 4, при переходе от диаметра  $D = 2,5$  мм к соплу диаметром  $D = 9$  мм, коэффициент эжекции меняется в среднем от 0,1 до 0,7 для сопла  $D = 2,5$  мм, от 0,4 до 0,6 для сопла  $D = 7$  мм, от 0,35 до 0,45, для сопла  $D = 8$  мм и от 0,28 до 0,34 для сопла  $D = 9$  мм. Таким образом, чтобы увеличить коэффициент эжекции, необходимо уменьшить сечение сопла. Анализ результатов проведенных исследований показывает, что на эффективность эжекции оказывает также влияние угол наклона сопла  $\alpha$  к поверхности жидкости (см.: рис. 2). Так наибольшее значение коэффициента эжекции  $K_e$  наблюдается при угле  $60^\circ$  для сопла  $D = 2,5$  мм.

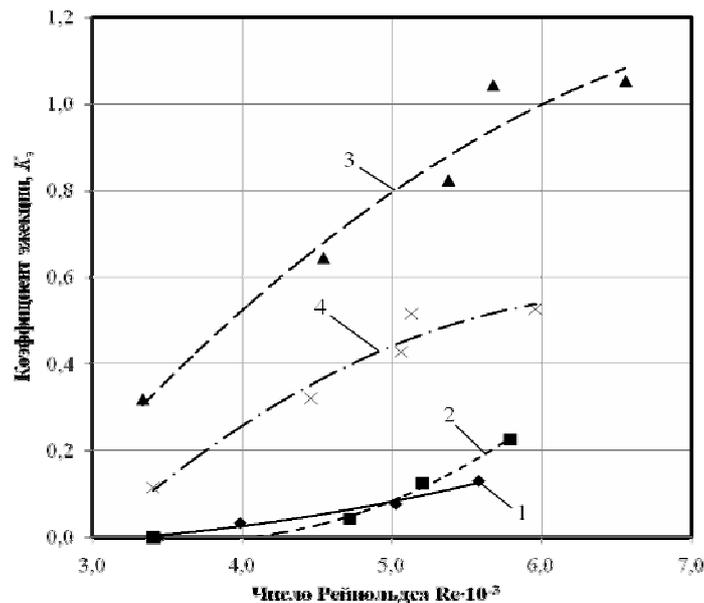


Рис. 2. Зависимость коэффициента эжекции от угла между осью струи и поверхностью жидкости в пенообразующей емкости и числа Рейнольдса для струи круглого сечения диаметром  $D = 2,5$  мм 1 –  $\alpha = 30^\circ$ ; 2 –  $\alpha = 45^\circ$ ; 3 –  $\alpha = 60^\circ$ ; 4 –  $\alpha = 90^\circ$

*Выводы:* Процесс вторичного обогащения минералов в пенном слое исследован относительно слабо и в большинстве случаев его совершенно недостаточно используют для улучшения результатов флотации. Из приведенного анализа следует, что орошение пены водой или растворами реагентов – простой, дешевый и легко осуществимый способ повышения эффективности вторичного обогащения в пенном слое. В результате лабораторных экспериментов исследована возможность использования струй жидкости водного раствора KCl и NaCl для насыщения объема жидкости пузырьками воздуха, аэрируемого поверхностью струи. Исследовано влияние различных параметров струи, в частности ее диаметра, расхода маточного раствора, числа Рейнольдса на коэффициент эжекции жидкости.

#### **Примечания**

1. Леви, И. И. Моделирование гидравлических явлений. 2-е изд. – Л.: «Энергия», 1967. – 236 с.
2. Мещеряков, Н. Ф. Кондиционирующие и флотационные аппараты и машины. – М.: Недра, 1990. – 237 с.

### **РАЗРАБОТКА ВЫСОКОЭФФЕКТИВНОГО СПОСОБА ВТОРИЧНОГО ОБОГАЩЕНИЯ ФЛОТАЦИОННОГО КОНЦЕНТРАТА СИЛЬВИНитОВОЙ РУДЫ В ПОВЕРХНОСТНОМ СЛОЕ**

*Ледян Ю. П., Щербакова М. К., Бовбель А. П., Белорусский национальный технический университет, г. Минск; Бессолова Л. В., ТюмГАСУ, г. Тюмень*

*Аннотация.* Одним из способов повышения эффективности, качества и снижения энергоемкости процесса флотации минералов является вторичное обогащение концентрата в пенном слое непосредственно на поверхности пульпы во флотационной камере. В ходе многолетних исследований в Белорусском национальном техническом университете (БНТУ, г. Минск, РБ) совместно с ОАО «Беларуськалий» разработан способ вторичного обогащения в минерализованном пенном слое, основанный на использовании в качестве промывной жидкости, предварительно вспененного оборотного маточного раствора наносимого в виде пены на поверхность минерализованной пены флотоконцентрата.

### **DEVELOPING OF HIGH-PERFORMANCE METHOD FOR SECONDARY ENRICHMENT OF SYLVINITE ORE FLOTATION CONCENTRATE IN SURFACE LAYER**

*Ledjan Ju. P., Shherbakova M. K., Bovbel' A.P., Belarusian National Technical University, Minsk; Bessolova L. V., TSUACE, Tyumen*

*Abstract.* One of the ways to increase effectiveness and quality and to decrease power intensity of the mineral flotation process is secondary enrichment in foam

*layer directly in the pulp surface in the floatation chamber. During the research the Belarusian national technical university (the BNTU, Minsk, RB) together with JSC "Belaruskalij" worked out the way of secondary enrichment in the foam layer based on the use of prefoamed reverse mother liquor, that is foam-applied on the surface of mineralized foam of flotation concentrate.*

Одним из направлений повышения качества флотационного концентрата, как на стадии основной флотации, так и на стадиях перечисток, является вторичное обогащение сильвина в пенном слое. Из технической литературы известен способ вторичного обогащения флотационного концентрата в пенном слое, состоящий в орошении поверхности минерализованной пены флотационного концентрата мелкодисперсными каплями воды, которые, проникая сквозь слой пенного продукта на поверхности флотационной камеры, удаляют из него механически унесенные частицы пустой породы и мелкодисперсные частицы флотируемого продукта [1, с. 50].

Орошение пены флотоконцентрата непосредственно на поверхности флотационной камеры приводит к снижению расхода реагентов и сокращению числа перечистных операций флотации.

Однако орошение минерализованной пены флотоконцентрата мелкодисперсными каплями воды не обеспечивает полного покрытия всей площади поверхности пены орошающей жидкостью, и вследствие этого эффективность использования промывной воды достаточно низкая.

Кроме того, описанный способ не может быть применен в случае вторичного обогащения в пенном слое сильвина при производстве калийных удобрений. Это связано с тем, что сильвин (хлорид калия) является водорастворимым минералом, и орошение поверхности флотационного концентрата водой вызовет резкое снижение его извлечения за счет растворения минерала в воде.

В связи с тем, что использовать воду в процессе вторичного обогащения сильвина нельзя, в качестве орошающей жидкости может быть применён маточный раствор, используемый на всех этапах переработки сильвинитовой руды и представляющий собой концентрированный водный раствор хлоридов натрия и калия. Однако для использования оборотного маточного раствора необходимо решить ряд проблем:

- в связи с наличием в оборотном маточном растворе поверхностно-активных веществ (ПАВ) невозможно добиться распыления его на мелкодисперсные капли, т. к. на выходе из форсунки образуется пена;

- для осуществления эффективного дробления раствора на капли необходимо применять форсунки с отверстиями  $1,5 \div 3$  мм, но реализовать это на маточном растворе невозможно, так как в результате кристаллизации содержащихся в растворе солей, забиваются отверстия в форсунках и поступление маточного раствора прекращается.

В ходе проведения многолетних исследований в Белорусском национальном техническом университете совместно с ОАО «Беларуськалий» был разработан новый способ вторичного обогащения флотационного

концентрата в поверхностном слое, основанный на применении предварительно вспененного маточного раствора. Разработанный способ поверхностного обогащения в пенном слое может быть использован совместно с механической или пневматической флотациями, как на стадии основной флотации, так и на стадиях дополнительных перечисток.

Сущность разработанного способа поверхностного обогащения в пенном слое заключается в предварительном вспенивании оборотного маточного раствора в разработанном пеногенераторе и последующем нанесении полученной пены равномерным слоем на поверхность минерализованной пены флотационного концентрата непосредственно в камере флотационной машины.

Вспенивание оборотного маточного раствора происходит без использования дополнительных ПАВ. Процесс осуществляется за счет остаточной реагентки, содержащейся в оборотном растворе.

Для исследования в лабораторных условиях процесса промывки минерализованной пены маточным раствором была разработана и изготовлена лабораторная установка пеногенератора (см.: рис. 1). Были исследованы струи различной конфигурации (круглые, плоские, кольцеобразные) с различными геометрическими размерами. Цель проведенных исследований заключалась в отработке оптимальных технологических режимов предложенного способа вторичного обогащения и разработке промышленного варианта струйного пеногенератора, позволяющих создавать слой пены маточного раствора для осуществления процесса вторичного обогащения в пенном слое [2, с. 3].

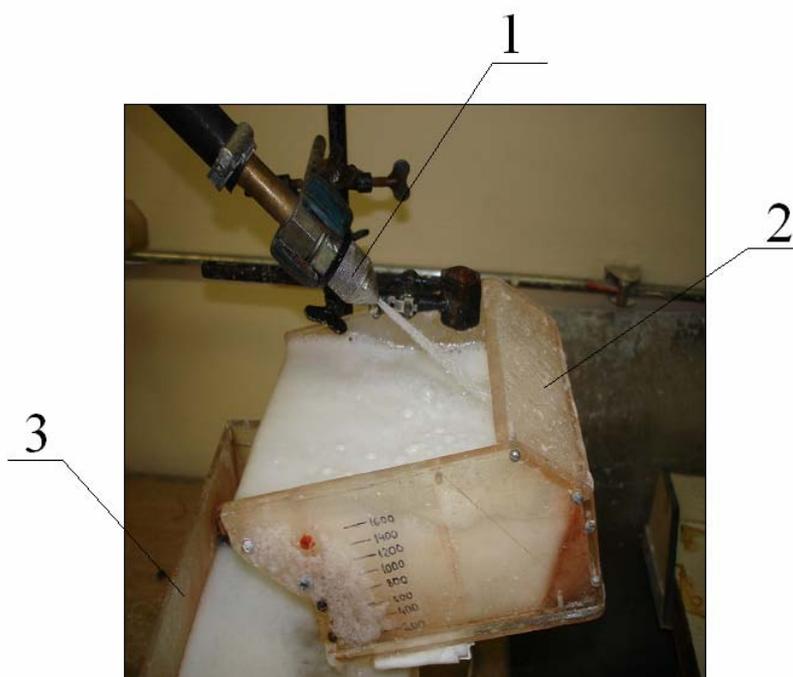


Рис. 1. Лабораторная установка пеногенератора: 1 – форсунка; 2 – пенообразующая емкость; 3 – масштабная модель флотационной камеры.

Для исследований в производственных условиях были разработаны, изготовлены и испытаны пилотные установки секции пеногенератора для вторичного обогащения флотационного концентрата в пенном слое.

При разработке конструкции пилотной установки пеногенератора были реализованы те технические решения, которые успешно прошли испытания на лабораторной масштабной модели пеногенератора.

Промышленные испытания проводились в условиях действующего производства на второй флотационной камере первой перемешивающей и на второй камере второй перемешивающей флотационной секции №8 на сильвинитовой обогатительной фабрике третьего рудоуправления (СОФ ЗРУ) ОАО «Беларуськалий» (г. Солигорск).

Анализ полученных результатов показал, что прирост содержания хлорида калия (КСl) в концентрате после вторичного обогащения в пенном слое для отдельных проб составлял до 24,75% при среднем значении 6,12%, содержание Н.О. снизилось в среднем на 13,9%, а соотношение Ж/Т возросло в среднем на 25,6%.

Вторичное обогащение вспененным маточным раствором приводит также к изменению гранулометрического состава флотационного концентрата. Выход мелкодисперсных фракций крупностью 0,1 мм во второй серии экспериментов после обогащения снизился в среднем с 22,64% до 20,82%, а фракции крупностью 0,1 мм с 30,88% до 26,5%, т.е. соответственно на 8,03% и 14,18%. Снижение содержания мелкодисперсных фракций крупностью 0,1 мм и – 0,1 мм является положительным фактором, свидетельствующем о возрастании качества флотационного концентрата.

*Выводы:* Процесс вторичного обогащения минералов в пенном слое исследован относительно слабо и в большинстве случаев его совершенно недостаточно используют для улучшения результатов флотации. Метод орошения пены в камерах флотационных машин может быть применен для повышения качества концентратов, увеличения извлечения ценных компонентов, уменьшения расхода реагентов и сокращения числа перемешивающих операций флотации. Проведенные в условиях действующего производства на ОАО «Беларуськалий» (г. Солигорск, РБ) промышленные испытания показали, что разработанный способ вторичного обогащения в пенном слое флотационного концентрата сильвина с использованием пены маточного раствора и конструкция пеногенератора имеют достаточно высокие потенциальные возможности и могут быть с успехом использованы для флотационного обогащения любых полезных ископаемых в горнорудной промышленности.

#### ***Примечания***

1. Вторичная концентрация минералов при флотации / В. И. Классен [и др.] / Под общ. ред. Н. К. Вериги. – М.: ЦИИНцветмета, 1961. – 75 с.

2. Провести исследования и разработать способ повышения качества концентрата методом орошения минерализованной пены: отчет о НИР (заключ.) № ГР 20066235 / БелНТУ. Руководитель Ю. П. Ледян. – Минск, 2007. – 506 с.

## **МЕЛИОРАТИВНЫЕ РАБОТЫ НА ТЕРРИТОРИИ РЕСПУБЛИКАНСКОГО ЗООПАРКА «ОРТО ДОЙДУ» В РС(Я)**

*Лукина В. В., преподаватель колледжа технологий, Северо-Восточный федеральный университет им. М. К. Амосова, г. Якутск*

*Аннотация. Рассмотрены перспективы использования озер долины Эркээни для создания ландшафта и размещения экспозиций зоопарка «Орто Дойду». Предложены способы поддержания процессов самоочищения и самовосстановления водоемов, а также предотвращения промерзания озер в зимний период.*

## **RECLAMATION WORK IN THE TERRITORY OF REPUBLICAN ZOO «ORTO DOJDU» IN RS (YAKUTIA)**

*Lukina V. V., Teacher of Technologies College, Amosov Northeastern Federal University, Yakutsk*

*Abstract. Considered are prospects of valley Jerkjejeni lakes utilizing for landscape formation and zoo «Orto Dojdu» exposition placement. Suggested are maintaining methods for basins self-clarification and self-regeneration as well as methods to prevent lakes from frost penetration in winter.*

На территории Средней Лены есть три крупные долины Энсиэли (Намский район), Туймаада (г. Якутск) и Эркээни (Хангалааский район). Они имеют одинаковое происхождение, являются озерами старицами. Исследуемые нами озера находятся в долине Эркээни на территории зоопарка «Орто Дойду». Зоопарк находится в живописном месте, у основания коренного берега реки Лены, в 50 км от города Якутск – Столицы Республики Саха (Якутия).

По данным анализов вода озера по вкусовым качествам не имеет вкуса и запаха. Величина водородного показателя стабильна и составляет 8,00-8,30. Вода озера обладает высокой цветностью (превышает предельно-допустимые концентрации в 1,2-2,7 раза). Озеро № 1 (фото 1) находится за территорией зоопарка, а озеро № 2 (фото 2) на территории зоопарка. Озеро № 2 условно, поделена на 2 участка, 1 участок с левой стороны моста, участок 2 с правой стороны от моста.

Пополнение озер происходит за счет стока во время дождей и снеготаяния, очень редко во время весеннего половодья реки. Озера вскрываются во второй декаде мая – начала июня. Максимальный прогрев наблюдается в июле. Первые ледяные образования проявляются в третьей декаде сентября. Ледостав наступает во второй декаде октября и продолжается в среднем 230-240 дней (Андреев и др., 1995) Количество осадков по годам сильно варьирует от 134 мм до 350 мм. В течение года осадки распределяются неравномерно: в холодной период (с ноября по март) выпадает всего 15-20 % от общего их количества, в теплый (с апреля по октябрь) – 75-80 %. Испаряемость

почти 2 раза превышает количество осадков. Продолжительность безморозного периода 95 дней.



Фото 1. Озеро № 1



участок 1



участок 2

Фото 2. Озеро № 2

Природный водоем представляет сбалансированную экологическую систему настроенную на самоочищение и самовосстановление. Это естественное состояние биологического баланса закрытого и слабопроточного водоема: пруда, озера, может быть нарушена как в результате естественного старения водоема, накапливание в водоеме естественной органики донного ила: листвы, веток, экскрементов рыб и водоплавающих птиц, отмерших водных растений, гниение органических веществ или донных отложений вызывает удаление из воды растворенного кислорода, и выделяет в воду продукты распада – питательные (биогенные) элементы азота, фосфора.

Избыток в водоеме органических веществ и питательных элементов

приводит сначала к нарушению биологического равновесия и подавления биологического самоочищения водоема, а затем к изменению типа экосистемы озер на эвтрофный – т.е. к заболачиванию. Для спасения и восстановления водоема необходима интенсивная очистка воды и донных отложений от гниющей органики и биогенных элементов, восстановления кислородного режима и механизмов микробиологического самоочищения водоемов.

Для достижения этих целей проведены гидробиологическая и гидрохимическая анализы проб воды (определение углекислого газа, кислорода и биологического потребления кислорода, замер глубины, прозрачности и температуры воды). За 2012 год проведены более 77 гидрохимических и 68 гидробиологических проб. А так же в озере № 2 провели первичную апробацию препарата «Понд Трит». В результате проведенных работ было выявлено следующее: при применении биопрепарата «Понд Трит» в воде водоема происходит существенные изменения по гидробиологическим и гидрохимическим параметрам. Четкой динамики влияния данного препарата на состав природных вод по гидрохимическим показателям пока не выявлено, так как нормальный фон по химическому составу формируется в течение 3-5 лет.

Также предлагается способ предотвращения от промерзания озер в зимний период: ледяной покров разделяют на отдельные льдины. В среднюю часть каждой льдины вмораживают трубку с запорной арматурой. Под каждую льдину подают воздух. Циркуляцию воздуха для освобождения ледяного покрова от снега создают вертолет.

На *рис. 1* показан водоем в плане и в разрезе. С наступлением постоянных отрицательных температур наружного воздуха водоем 1 (озеро) с поверхности замерзает. В результате образуется слой льда. В ледяном покрове 2 по всей площади водоема сквозные отверстия 3 диаметром 15-20 мм в шахматном порядке на расстоянии 15-20 м. В отверстия вмораживают инвентарные металлические трубки 4 с воздушными кранами 5. Диаметр трубок принимают несколько меньше диаметра отверстий. Одновременно с установкой трубок в ледяном покрове выполняют сквозные прорезы 6 вокруг отверстий с помощью ручной механической пилы, образуя, таким образом, отдельные льдины 7 круглой формы. К трубкам 4 присоединяют резиновые шланги 8, открывают краны 5 и подают от компрессора 9 морозный воздух под льдины. Под льдинами образуются теплоизолирующие льдины 10 из воздуха, который в малоподвижном состоянии является хорошим теплоизолятором. Таким образом, под 80% площади водоема создают теплоизолирующий экран, а трубы с закрытыми кранами оставляют на весь период с отрицательными температурами воздуха. После создания под ледяным покровом экрана дальнейшее промерзания водоема прекращается.

Наращивание льда с поверхности происходит только между льдинами, где отсутствует экран и имеет место контакт с водой. Нарастивание льда между льдинами приводит к перемещению ледяного покрова вверх, поэтому смерзание покрова с льдинам не происходит. Холодный воздух постепенно нагревается от воды, а его эксплуатационная температура устанавливается близкой 0 град.

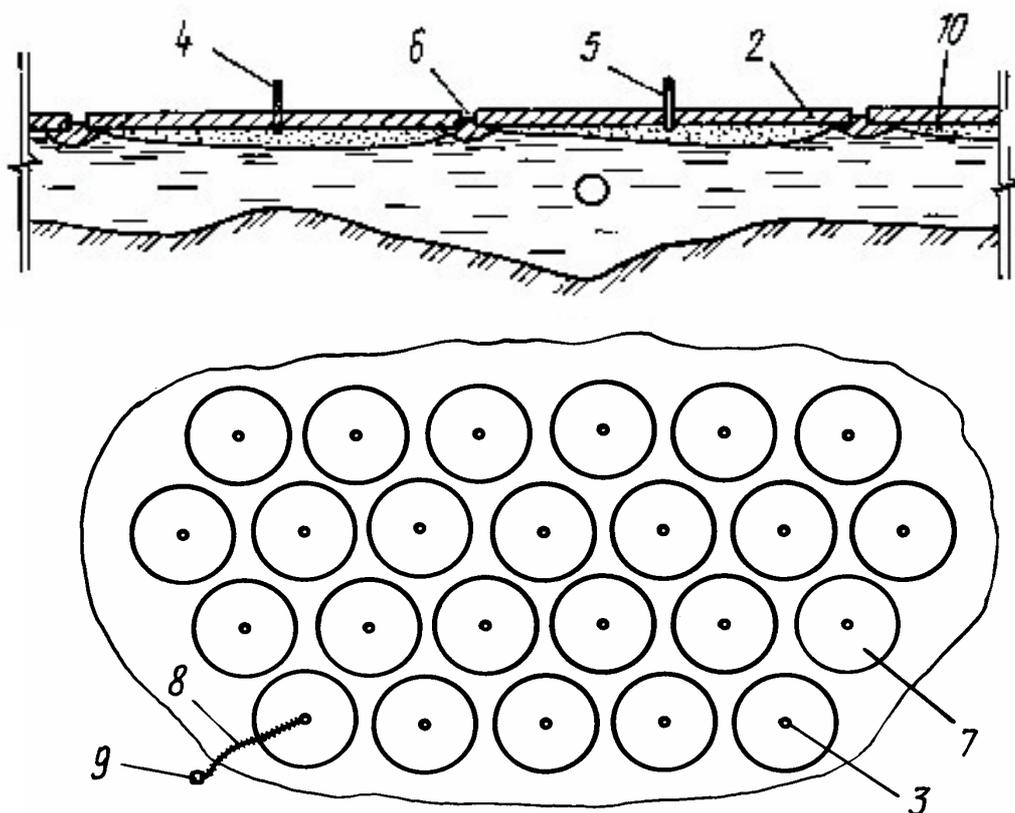


Рис. 1.: 1 – водоем; 2 – лед; 3 – сквозные отверстия; 4 – трубки; 5 – кран; 6 – сквозные прорези; 7 – льдины; 8 – шланг; 9 – компрессор.

Воздух под льдинами находится под небольшим избыточным давлением, поэтому льдины располагаются несколько выше отметки ледяного покрова. Разрушение льдин не происходит, поскольку внутреннее давление воздуха по всей площади льда является постоянным и уравнивает вес льда. С наступлением положительных температур краны открывают и воздух из водоема выпускают.

## ОБРАБОТКА ПРОМЫВНЫХ ВОД СТАНЦИИ ОЧИСТКИ ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОД СИСТЕМЫ ВОДОСНАБЖЕНИЯ ГОРОДА ИШИМА

*Лышковский А. В., ТюмГАСУ, г. Тюмень*

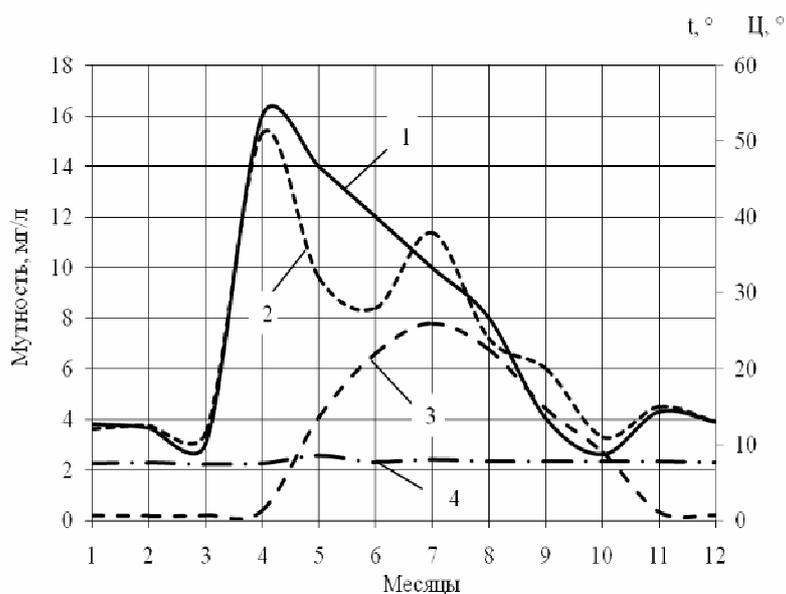
*Аннотация. Рассмотрена эффективность использования различных реагентов при отстаивании промывных вод скорых фильтров. Приводятся результаты исследований по влиянию применяемых реагентов и количества промывных вод, подаваемых в «голову» очистных сооружений, на последующий процесс очистки.*

## SCOURAGE TREATMENT AT SURFACE WATER PURIFICATION STATION OF ISHIM WATER SUPPLY SYSTEM

*Abstract. Considered is the efficiency of various reagents during the process of high-rate filter scourage desilting. Presented are the research results on influence of the reagents and amount of scourage delivered to treatment unit «head» on subsequent treatment process.*

Река Ишим протекает по территории Казахстана и Российской Федерации, является левым и наиболее длинным притоком реки Иртыш. Исток реки расположен в низком горном массиве Нияз. У Астаны пойма реки Ишим значительно расширяется. После этого Ишим течет на Западно-Сибирскую равнину и протекает по плоской Ишимской равнине. Здесь река формирует широкую пойму с большим количеством стариц, в нижнем течении течет река среди болот и впадает в Иртыш у города Усть-Ишима. Река Ишим главным образом питается талыми водами. Построенные на реке Сергеевское и Вячеславское водохранилища оказывают влияние на режим годового стока.

Для реки Ишим в створе водозабора города Ишим характерно сезонное изменение мутности (см.: рис. 1). Наибольшие значения мутности наблюдаются в весенний период с апреля по май. Колебания мутности в данный период составляют от 8 мг/л до 16 мг/л со скачками до 75-100 мг/л в течение нескольких часов в отдельные годы. В июне-июле происходит постепенное снижение мутности до 4-8 мг/л. В осенний период происходит более плавное снижение мутности. К моменту начала ледостава в первой половине ноября она становится равной 2-3 мг/л и остается с этими значениями до вскрытия реки в апреле. Таким образом, можно выделить 3 сезона с разным интервалом значений по мутности (весенний – 8-16 мг/л; летне-осенний – 5-10 мг/л; зимний – 2-5 мг/л).



*Рис. 1. Изменение качества воды в реке Ишим (в створе водозабора г. Ишим) по периодам года: 1 – мутность, мг/л; 2 – цветность, град; 3 – температура, град; 4- pH.*

Усиление антропогенной деятельности оказывает влияние на гидрохимические показатели поверхностных вод. При анализе гидрологических и гидрохимических данных по р. Ишим: водородный показатель, сухой остаток, взвешенные вещества, концентрация хлорид-ионов, нитрит- и нитрат-ионов, сульфат-ионов, аммоний-ионов, щелочность общая, концентрация железа, прозрачность и цветность в [1] показано, что наибольшее химическое загрязнение река испытывает в период весеннего половодья, особенно в период подъема уровня воды и его максимума (май-июнь).

Станция г. Ишим построена по типовому проекту, предусматривающем традиционную двухступенчатую технологию очистки – реагентное осветление воды в осветлителях со взвешенным слоем осадка коридорного типа с последующим фильтрованием на скорых фильтрах (см.: рис. 2).

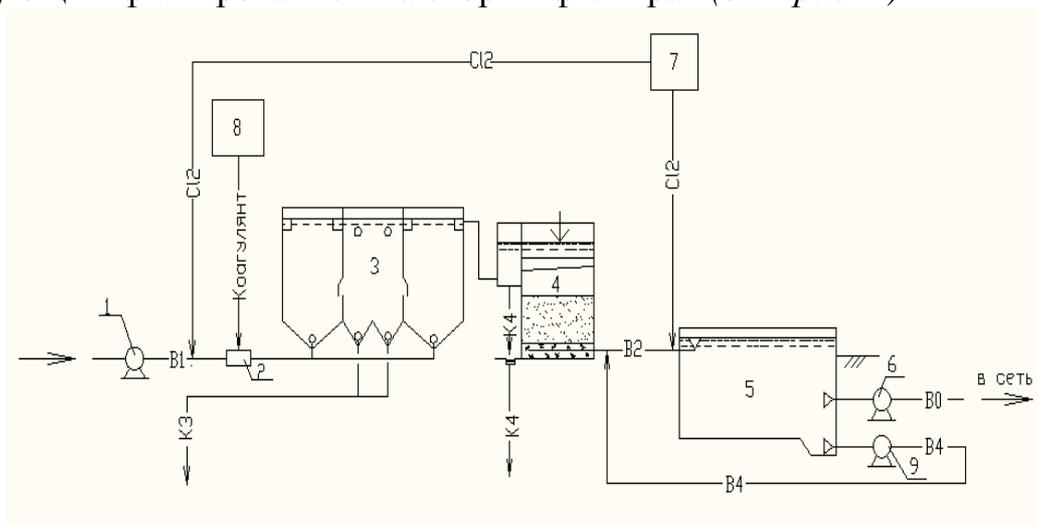


Рис. 2. Технологическая схема станции водоподготовки в г. Ишим.

Сооружения: 1 – нс I подъема; 2 – смеситель; 3 – осветлитель со слоем взвешенного осадка; 4 – скорый фильтр; 5 – РЧВ; 6 – нс II подъема; 7 – хлораторная; 8 – реагентное хозяйство; 9 – промывной насос. Трубопроводы: В0 – подача воды в сеть; В1 – подача исходной воды; В2 - фильтрованной воды; В4 – подача промывной воды; К3 – сброс осадка из осветлителя; К4 – отвод промывных вод; Cl2 – хлорной воды.

На станции водоподготовки в основном применяется сернокислый алюминий (СА). В начале паводка (апрель-май) при первом скачке мутности до 10 мг/л используется оксихлорид алюминия (ОХА). В зимний период при достижении мутности исходной воды 3-4 мг/л и температуре воды менее 8°C (начало-середина ноября) переходят на режим без коагуляции.

На станции, запроектированной в 1976 году, не предусмотрена обработка промывных вод фильтров и осадка из осветлителей.

В настоящее время используется несколько способов утилизации промывных вод. Сброс промывных вод в естественную природную среду – водоемы и водотоки, естественные понижения рельефа, закачивание в подземные горизонты – приводит к загрязнению окружающей среды. Промывные воды фильтров также могут быть сброшены на городские очистные сооружения канализации. При этом увеличивается нагрузка на КОС, затраты на транспортировку сточных вод, так как водопроводные и канализационные

очистные сооружения, как правило, располагаются на значительном расстоянии друг от друга. Для повторного использования промывных вод нормативные документы [2] рекомендуют отстаивание промывной воды с предварительным выделением песка в песколовке и дальнейшую перекачку в начало сооружений. После доочистки на фильтрах и обеззараживания отстоянная вода может быть направлена в РЧВ [3] или использована для промывки скорых фильтров [4]. Для интенсификации процесса очистки промывной воды могут быть использованы реагенты.

В задачу исследования входило: определение эффективности осветления воды в безреагентном режиме; выбор наиболее эффективных реагентов для обработки промывной воды и определение оптимальных доз реагентов; исследование влияния количества и качества промывных вод, подаваемых в начало очистных сооружений, на последующий процесс очистки воды.

Для определения оптимальной дозы реагентов исследуемую промывную воду разлили в 5 мерных цилиндров объемом 1000 мл. В первый цилиндр реагенты не добавляли, в остальные добавили: коагулянт оксихлорид алюминия (ОХА); катионный флокулянт FO4140SH (фирма SNF France); анионный флокулянт полиакриламид (ПАА) с дозами, назначенными, придерживаясь целых значений, с равномерным шагом от 0 максимальной дозы реагента, определенной ранее (см.: рис. 3).

Пробы отбирались через 10 минут, 20 минут, 40 минут, 1 час 20 минут, 2 часа 40 минут, 4 часа пипеткой из верхней части цилиндра с глубины 5 см. Мутность определялась прибором КФК-3-01.

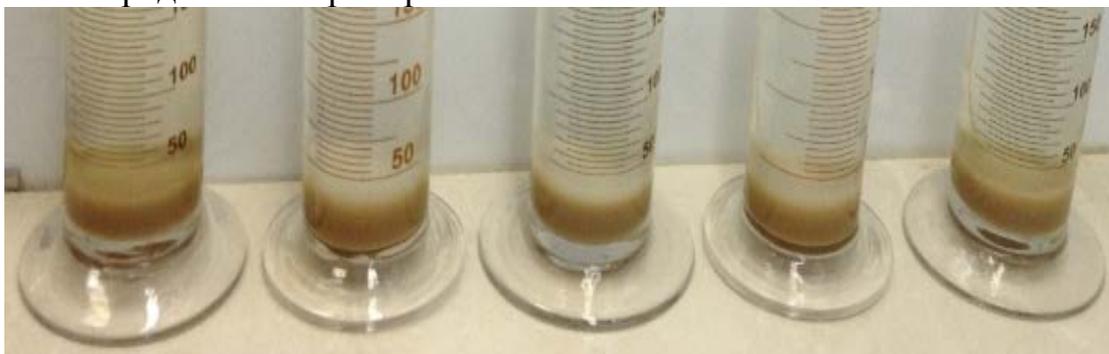
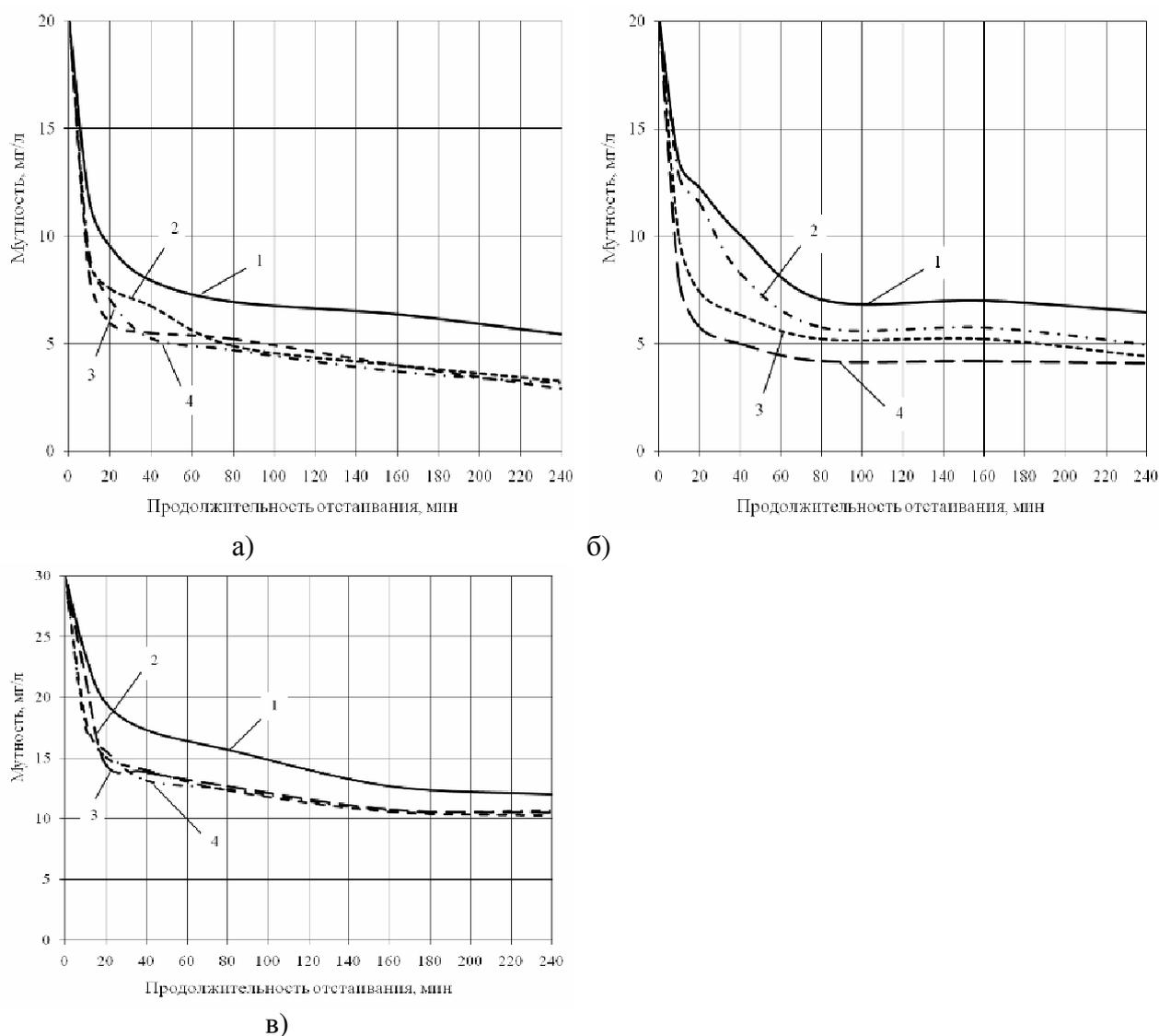


Рис. 3. Определение оптимальной дозы реагентов.

Одновременно с определением оптимальной дозы исследовалась кинетика отстаивания промывной воды. При отстаивании без реагентов (см.: рис. 4) осветление происходило очень медленно. На дне мерного цилиндра образовалось незначительное количество осадка, и в целом вода достаточно мутная. Через четыре часа отстаивания эффект очистки составляет 76,5%.

При добавлении коагулянта и флокулянтов уже через 10 минут отстаивания мутность резко снижается. Самые крупные хлопья и плотный осадок дал ПАА. Осадок, полученный при введении ОХА, был менее плотным, чем при введении флокулянтов. Оптимальной дозой флокулянта ПАА является 0,25 мг/л, так как при этой дозе образуется малый объемом осадка с плотными и крупными хлопьями и наблюдается хороший эффект осветления.



**Рис. 4.** Влияние вида и дозы реагентов на эффективность осветления промывной воды: а) ПАА дозой: 1 – без реагентов; 2 – 0,5 мг/л; 3 – 1 мг/л; 4 – 1,5 мг/л; б) FO4140SH дозой: 1 – без реагентов; 2 – 2 мг/л; 3 – 4 мг/л; 4 – 8 мг/л; в) СА дозой: 1 – без реагентов; 2 – 5 мг/л; 3 – 10 мг/л; 4 – 15 мг/л.

Для установления влияния количества промывной воды на процесс осветления к исходной речной воде добавляли промывную воду, прошедшую предварительное отстаивание с установленной ранее оптимальной для данного периода года дозой реагента: ПАА – 0,25 мг/л; FO4140SH – 2 мг/л; ОХА - 350 мг/л (в пересчете на  $Al_2O_3$ ). Количество подмешиваемой промывной воды изменялось от 0 до 10% (рис. 5). Обычно в реальных условиях водопроводных станций доля промывных вод составляет 5-10% общей производительности.

Как видно из представленных графиков, процесс осветления речной воды без добавления промывных вод проходит вяло. Это связано с тем, что исследования проводились в зимний период года при низких значениях мутности и температуры, когда по принятому на станции г. Ишима технологическому режиму реагенты не добавляются. Добавление промывной воды, предварительно обработанной флокулянтами, дало худший результат по

сравнению с отстаиванием одной речной воды: сформировавшихся хлопьев не наблюдалось, мутность была выше, чем при отстаивании одной речной воды.

Анализы и визуальные наблюдения показали, что лучший результат дает оксихлорид алюминия при подмешивании к исходной речной воде 10 % промывной воды: мутность снизилась, в пробах видны мелкие хлопья, эффект осветления составил 71,8%. Доза коагулянта по  $Al_2O_3$  в речной воде при подмешивании промывной воды составила 32 мг/л.

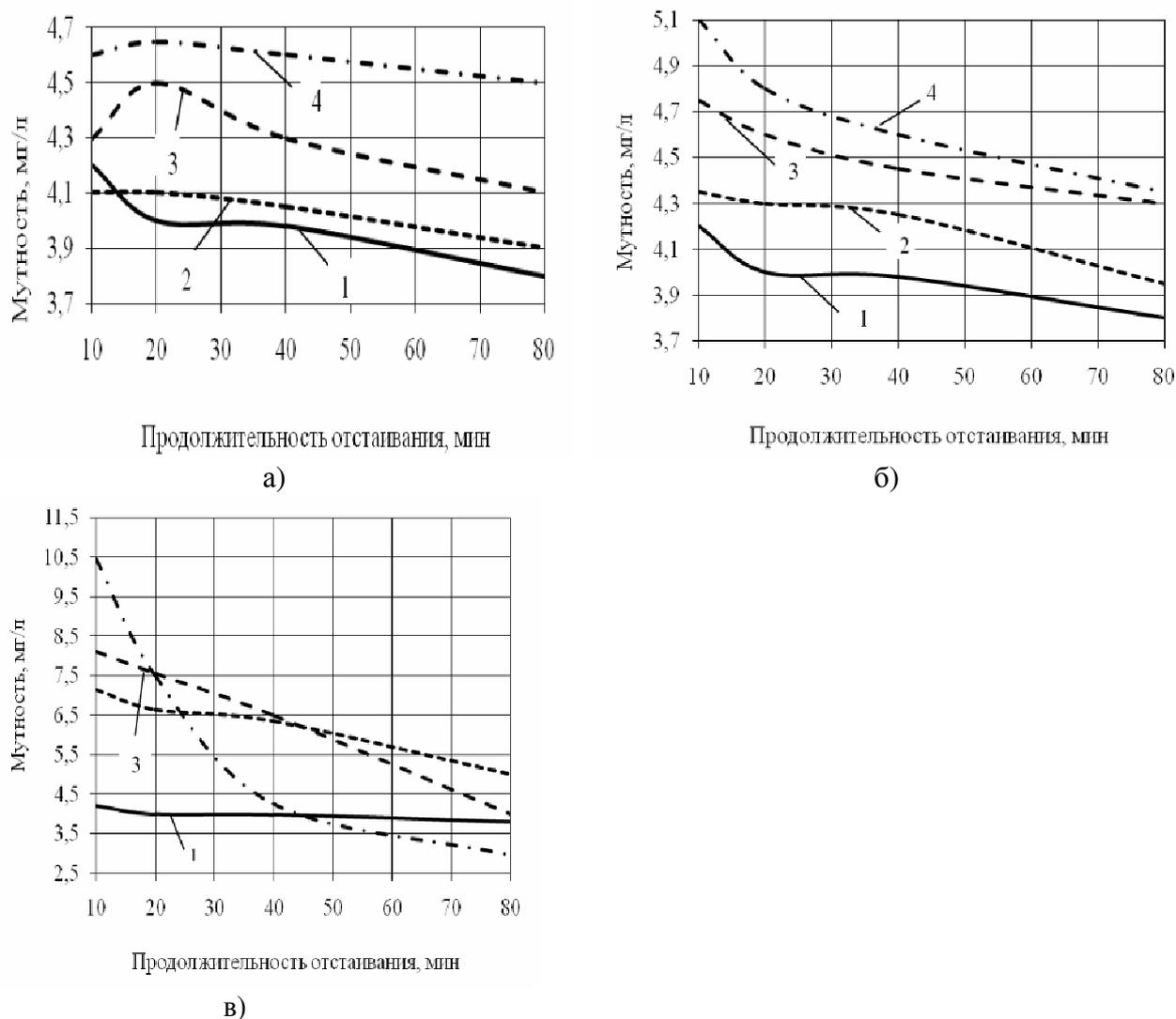


Рис. 5. Влияние количества промывной воды, добавляемой к речной, на процесс осветления при отстаивании: 1- речная вода; промывная вода: 2 – 3 %; 3 – 6 %; 4 – 10 %; а) ПАА дозой 0,25 мг/л; б) FO4140SH дозой 2 мг/л; в) OXA дозой 350 мг/л.

Введение в технологическую схему обработки промывных вод фильтров позволит сократить объемы воды, используемые для собственных нужд станции, и уменьшить дозы вводимых реагентов, так как очищенная промывная вода содержит остаточные реагенты. Уменьшение количества воды на собственные нужды (на 40-50 %) в свою очередь сокращает объемы речной воды, поступающей на очистку, что ведет к уменьшению подачи насосной станции первого подъема и экономии электроэнергии.

#### Примечание

1. Губанова, Л. В. Экологическая оценка качества воды реки Ишим в пределах города Ишим Тюменской области: Автореф. дис. к.б. н. – Омск: Полиграф. центр КАН, 2012. – 24 с.
2. СП 30.13330.2012. Водоснабжение. Наружные сети и сооружения. Актуализированная редакция СНиП 2.04.02-84\*.
3. Пазенко, Т. Я. Обработка промывных вод фильтров водоподготовки / Т. Я. Пазенко, А. Ф. Колова // Известия вузов. Строительство. – 2010. – № 9. – С. 65-68.
4. Жагин, В. А. Обработка промывных вод водопроводных станций зарегулированных источников / В. А. Жагин, А. Н. Шоколов, М. И. Урванцева, Н. Д. Артеменок // Водоснабжение и санитарная техника. – 2009. – № 3. – С. 24-29.

## **ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ КОАГУЛИРУЮЩЕ-ФЛОКУЛИРУЮЩИХ КОМПОЗИЦИЙ ДЛЯ ОБРАБОТКИ ПРОМЫВНЫХ ВОД В ЗИМНИЙ ПЕРИОД**

*Максимова С. В., к.т.н., доцент; Пешева А. В., ассистент; Коева А. Ю., Зосуль О. И., Настенко А. О., ТюмГАСУ, г. Тюмень*

*Аннотация. Рассмотрена эффективность применения различных реагентов и их композиций при отстаивании промывных вод скорых фильтров в зимний период. Отмечено преимущество смеси реагентов и показано, что для обработки промывных вод наиболее эффективными является смесь коагулянтов СА и ОХА.*

## **THE EFFICIENCY OF COAGULATIVE-FLOCCULATING COMPOSITIONS FOR SCOURAGE TREATMENT IN WINTER**

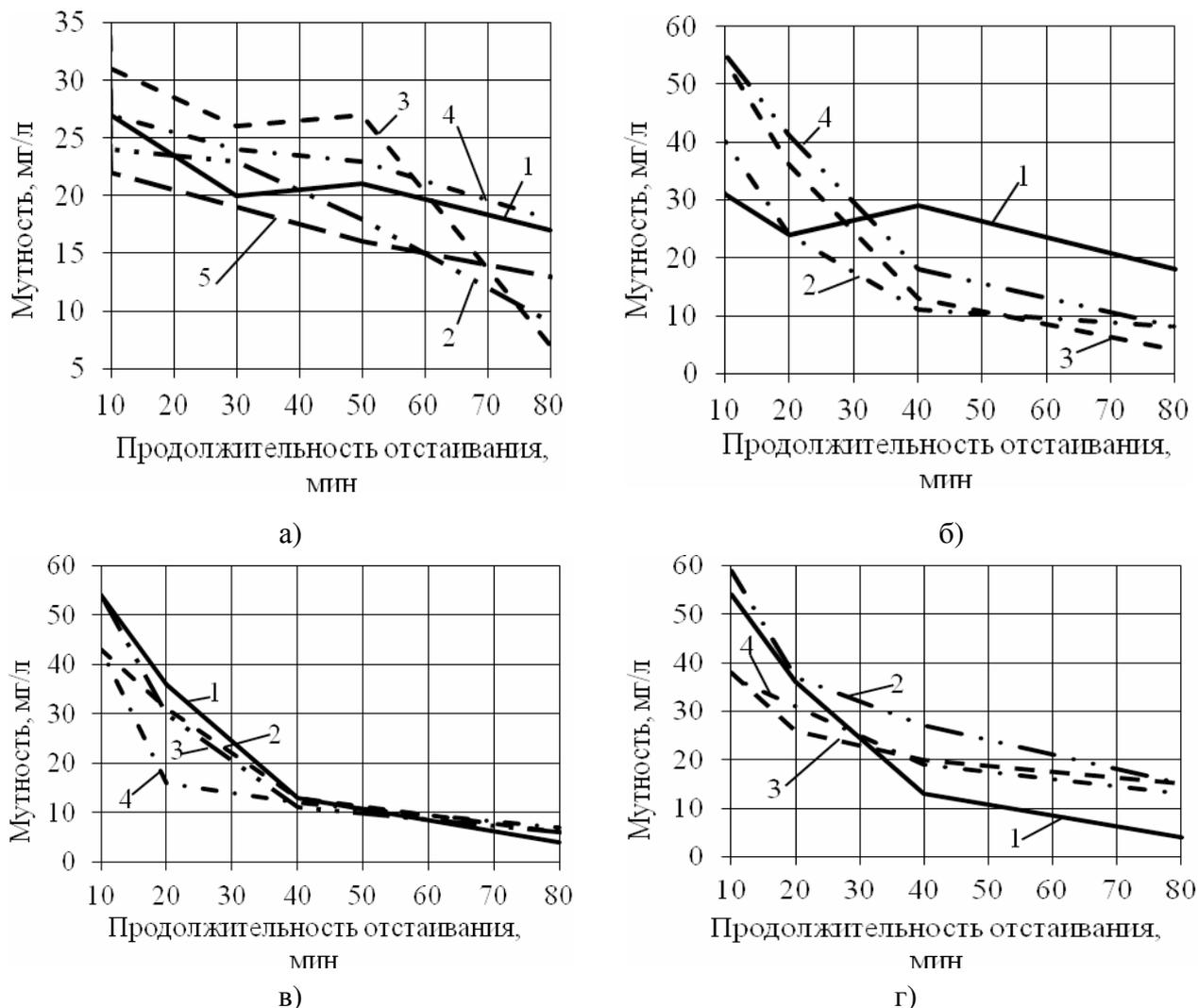
*Maksimova S. V., PhD (Technical Sciences), Associate professor; Pesheva A. V., teaching assistant; Koeva A. Ju., Zosul' O.I., Nastenko A. O., TSUACE, Tyumen*

*Abstract. Considered is the efficiency of various reagents and their compositions during the process of high-rate filters scourage desilting in winter. Noted is the advantage of reagents mixture, and shown is to treat scourage the mixture of aluminium oxychloride and aluminium sulphate is the most effective.*

Состав и свойства промывных вод фильтров станций водоподготовки зависят от качества исходной воды, которое изменяется по сезонам года, и от технологии очистки. Для рек Зауральского региона можно выделить 3 сезона с разным интервалом значений по мутности и цветности: весенний, летне-осенний, зимний. Виды применяемых реагентов и дозы зависят от качества исходной воды. В задачу исследования входило: определение эффективности осветления воды в безреагентном режиме; выбор наиболее эффективных реагентов для обработки промывной воды и определение оптимальных доз реагентов в зимний период.

Для определения оптимальной дозы реагентов исследуемую промывную воду разлили в 5 мерных цилиндров объемом 500 мл. В первом цилиндре отстаивание шло без реагентов, в остальные цилиндры добавляли: коагулянт

сернокислый алюминий (СА); смесь коагулянтов сернокислого алюминия и оксихлорида алюминия (СА+ОХА); смесь коагулянтов СА+ОХА и флокулянт ПАА; смесь коагулянтов СА+ОХА и флокулянт FO4140SH (фирма SNF France). Смесь реагентов вводилась последовательно с перемешиванием во флокуляторе «Экрос». Пробы отбирались через 10 минут, 20 минут, 40 минут, 1 час 20 минут пипеткой из верхней части цилиндра с глубины 5 см. Мутность определялась прибором Lovibond PS spectro. Одновременно с определением оптимальной дозы исследовалась кинетика отстаивания промывной воды (см.: рис. 1).



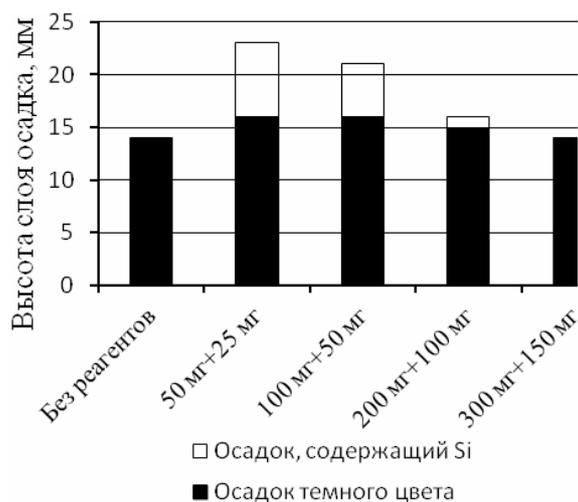
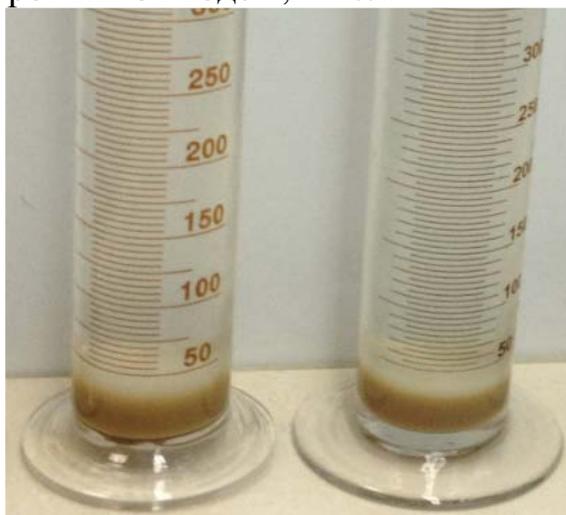
**Рис. 1.** Влияние вида и дозы реагентов на эффективность осветления промывной воды: а) СА: 1 – без реагентов; 2 – доза 50 мг/л; 3 – доза 100 мг/л; 4 – доза 150 мг/л; 5 – 200 мг/л; б) СА+ОХА: 1 – без реагентов; 2 – доза 12+6 мг/л; 3 – доза 25+12 мг/л; 4 – доза 38+19 мг/л; в) СА (25 мг/л)+ОХА (12 мг/л)+ПАА: 1 – без флокулянта; 2 – доза ПАА 0,25 мг/л; 3 – доза ПАА 0,5 мг/л; 4 – доза ПАА 0,75 мг/л.; г) СА (25 мг/л)+ОХА (12 мг/л)+FO4140SH: 1 – без флокулянта; 2 – доза FO 0,5 мг/л; 3 – доза FO 1 мг/л; 4 – доза FO 1,5 мг/л.

При добавлении сернокислого алюминия через десять минут после начала отстаивания в воде появились хлопья белого цвета. Спустя еще 10 минут стало видно, что в цилиндрах с высокими дозами коагулянта (200 и 250 мг/л) образовались более крупные хлопья. Достигая определенных размеров, хлопья начинают резко двигаться вниз, вызывая при этом направленное

движение вверх более легких частиц. На графике это выражено увеличением мутности в верхнем слое, откуда производится отбор пробы. В цилиндрах, где все хлопья крупные и тяжелые, они движутся вниз, и мутность постепенно снижается. Для природных вод в холодные периоды года, когда из-за низкой температуры воды процесс коагулирования протекает вяло, эффективно применение оксихлорида алюминия или совместное применение сернокислого алюминия и оксихлорида алюминия [1]. При добавлении смеси коагулянтов СА и ОХА в соотношении 2:1 по  $Al_2O_3$  [2] при дозах 75 и 150 мг/л на верхней границе слоя взвеси образовался слой белесого осадка, толщина которого уменьшалась с увеличением дозы коагулянтов. При больших дозах реагентов в цилиндрах наблюдались белые хлопья, находящиеся во взвешенном состоянии и медленно оседающие. При отстаивании без реагентов белых хлопьев и белого осадка на дне не наблюдалось. Зависимость высоты слоя осадка и его характера от вида реагентов представлена на *рис. 2*.

Через 40 минут отстаивания лучшие результаты отстаивания были получены при низких дозах коагулянтов и более высоких значениях рН (*рис. 3*).

Внешний вид осадка позволил сделать предположение, что он содержит соединения кремния. Химический анализ белого осадка со дна цилиндра показал содержание кремния 7,4 мг/л при этом же показателе в исходной промывной воде 4,2 мг/л.



*Рис. 2.* Влияние дозы СА и ОХА на высоту слоя и вид осадка.

Применение дефицитных доз оксихлорида алюминия в сочетании с флокулянтом FO 4140 позволяет обеспечить хороший эффект при обработке речной воды [3]. Лучший результат отстаивания промывной воды был получен при дозах коагулянтов СА 50 мг/л и ОХА 25 мг/л. К дефицитным дозам смеси коагулянтов: 38 и 19 мг/л, 25 и 12 мг/л, 12 и 6 мг/л был добавлен флокулянт ПАА с дозами 0,25; 0,5; 0,75 мг/л. Последовательное введение коагулянтов и ПАА при перемешивании во флокуляторе «Экрос» позволило получить хлопья среднего размера и плотный слой осадка при относительно высоком эффекте осветления промывной воды при дефицитных дозах коагулянтов. Лучший результат получен при дозах коагулянтов СА 25 и ОХА 12 мг/л.

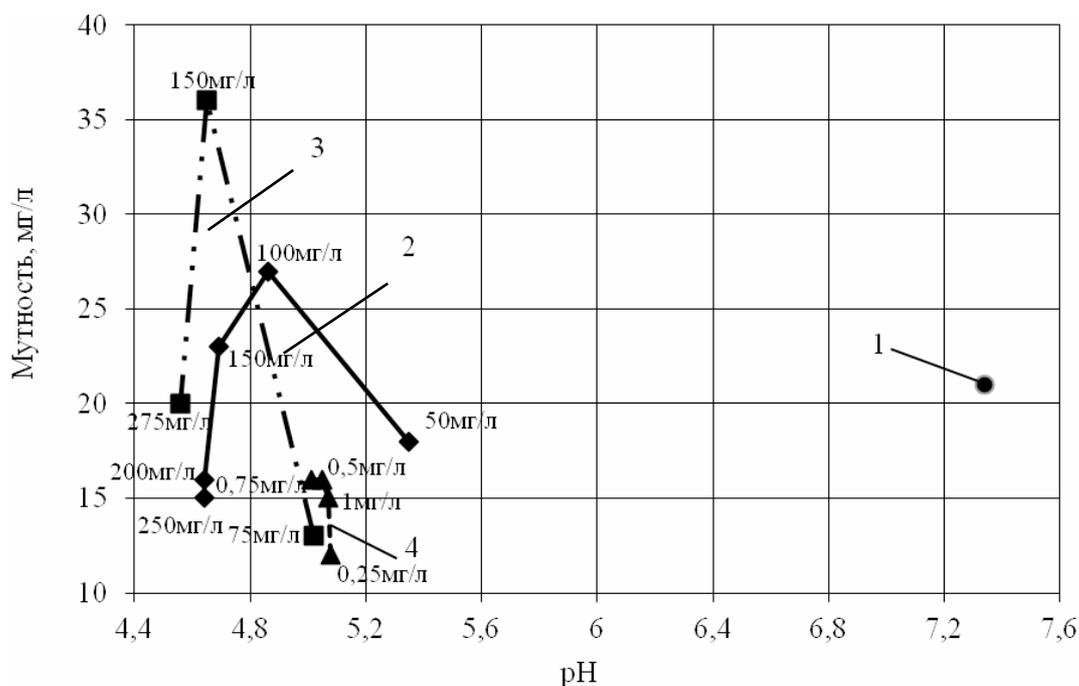


Рис. 3. Зависимость мутности воды от pH: 1 – без реагентов; 2 –СА; 3 – СА+ОХА в соотношении 2:1; 4 – СА(50 мг/л)+ОХА(25 мг/л)+ПАА.

При добавлении к дефицитным дозам СА и ОХА флокулянта FO4140SH были получены крупные хлопья, при дозах 0,5 и 1 мг/л всплывающие на поверхность воды крупными агломератами и снова оседающие, при невысоком эффекте осветления воды.

В целом введение реагентов в промывную воду фильтров приводило к снижению мутности. В зимний период наибольшее снижение данного показателя было отмечено при обработке воды смесью коагулянтов СА и ОХА и смесью коагулянтов с добавлением ПАА. При обработке одним сернокислым алюминием, а также смесью коагулянтов и флокулянтом FO 4140 снижение мутности происходило в меньшей степени.

В зависимости от качества исходной воды вид реагента должен выбираться на основании предварительных испытаний, проведенных в характерные периоды года.

#### Примечание

1. Драгинский, В. Л. Особенности применения коагулянтов для очистки природных цветных вод / В. Л. Драгинский, Л. П. Алексеева // Водоснабжение и санитарная техника. – 2008. – № 1. – С. 9-15.

2. Пат. 2372297, РФ. МПК С 02 F 1/52. Способ осветления и утилизации промывных вод фильтровальных сооружений станций водоподготовки / Е. Л. Войтов, Ю. Л. Сколубович, А. Ю. Сколубович.

3. Рафф, П. А. Технология контактного осветления воды в условиях Волжского водозабора г. Казани / П. А. Рафф, А. В. Селюков, И. С. Байкова // Водоснабжение и санитарная техника. – 2011. – № 6. – С. 25-34.

## РЕГЕНЕРАЦИЯ ИММОБИЛИЗОВАННОГО ИЛА НА СИНТЕТИЧЕСКОЙ ЕРШОВОЙ ЗАГРУЗКЕ В АЭРОТЕНКЕ

*Мартынова Е. П., магистрант, Иркутский государственный технический университет, г. Иркутск*

*Аннотация. Приведены исследования способов регенерации ершовой загрузки в модели биореактора. Определена зависимость концентрации прикрепленного ила от общей концентрации ила в модели при создаваемых режимах. Для определения концентрации свободноплавающего активного ила использован оптический метод. При различных интенсивности и соотношениях регенерационных воды и воздуха качественно и количественно оценено состояние биоценоза для различных технологических процессов в биореакторе.*

### REGENERATION OF IMMOBILIZED SLUDGE ON ARTIFICIAL BRUSH LOADING IN AERATOR TANK

*Martynova E. P., Master, Irkutsk State Technical University, Irkutsk*

*Abstract. Presented are testings of brush loading regeneration methods in bioreactor model. Estimated is attached sludge concentration dependence on total sludge concentration in the model under created regimes. To estimate concentration of free-flowing activated sludge the optical method was used. Due to different intensity and proportions of regeneration water and air given is the qualitative-quantitative estimation of biocenosis state for differenet technological process in reactor.*

Синтетические ершовые водоросли успешно используются в биореакторах (аэротенках) для иммобилизации микроорганизмов активного ила. Одновременное присутствие свободноплавающего и иммобилизованного активного ила обеспечивает увеличение окислительной мощности биореактора и необходимый уровень очистки сточных вод.

В настоящее время нет научных работ по оценке соотношения свободно плавающего и иммобилизованного активного ила от способа регенерации загрузки, времени работы биореактора и от суммарной дозы активного ила.

Для стабильного повышения дозы ила в аэротенке устанавливаются носители биомассы с большой поверхностью для обрастания биопленкой, что позволяет повысить эффект биологической очистки за счет увеличения рабочей концентрации активного ила.

При использовании дополнительной биомассы ила, размещенной на носителях, очистка осуществляется несколькими различными ценозами ила, подразделяющимися на две основные группы: ценоз активного ила, находящегося во взвешенном состоянии и ценоз биопленки, прикрепленной к носителям. Возраст активного ила на носителях больше чем у ила во

взвешенном состоянии, непрерывно удаляемом и обновляемом. Такое сочетание разных возрастов позволяет поддерживать в реакторе высокие скорости окисления, обеспечиваемые молодым илом (возраст 3-4 суток), улучшить нитрифицирующие и седиментационные свойства активного ила (возраст ила более 10-12 суток). Кроме того, прикрепленная биомасса увеличивает общее время пребывания активного ила в системе, что особенно важно для сооружений, очищающих сложноокисляемую органику. Возрастание концентрации ила и общей биомассы приводит к снижению нагрузок на ил а, следовательно, к подавлению нитчатого бактериального вспухания и улучшению качества очистки [1, 2]. Эффективным материалом для носителей биомассы, размещаемых в аэротенках, является ершовая нить из капронового волокна, которая обеспечивает удержание значительного количества биопленки на единицу удельной поверхности. Удельная поверхность адсорбции на ершах составляет  $500 \text{ м}^2/\text{м}^3$  [3]. При изготовлении носителей следует предусмотреть их защиту от засорения. Если это не обеспечивается, в процессе эксплуатации они быстро засоряются плавающими отбросами, которые загнивают и качество очищенных сточных вод ухудшается.

Очистка носителей биомассы промыванием струей воды трудоемкая процедура, а если она предусмотрена непосредственно в аэротенках, это требует их опорожнения. Носители биомассы защищены синтетической рыболовной сетью с малым размером ячеей, что позволяет эксплуатировать носители без периодической очистки от накопившегося мусора [3]. Исследования проводились на физической модели аэротенка. Физическая модель поперечного вертикального сечения аэротенка (модельная ячейка) была выполнена из силикатного полированного стекла и имела размеры: высоту 1,10 м; длину 1,5 м; ширину 0,05 м. Ячейка заполнялась водопроводной водой на высоту 1,0 м и порциями (дробно) вводился активный ил, привезенный с Правобережных КОС г. Иркутска. Количество воздуха, подаваемого компрессором в мелкопузырчатый аэратор, установленный в левом нижнем углу, контролировалось ротатором РМ-0,63ГУЗ и составляло  $5,41 \text{ м}^3/\text{м}^2\text{ч}$ .

В модельную ячейку помещались синтетические водоросли типа «Ерш», укрепленные на раме, изготовленной из нержавеющей стали. Ершовые водоросли крепились к раме вертикально с шагом 100 мм, чтобы на  $1 \text{ м}^3$  объема модельной ячейки приходилось в среднем 50 погонных метров «ершей». В модели они размещались на 0,12 м выше дна и на 0,1 м ниже поверхности водно-иловой смеси, что необходимо для движения жидкости в основном циркуляционном контуре. В ячейке размещались 7 вертикальных «ершей» длиной 0,62 м и диаметром 120 мм (см.: рис. 1).

Для определения концентрации свободноплавающего (СП) активного ила нами использован оптический метод [4]. Плоская конструкция модельной ячейки позволяла проводить измерения люксметром ТКА-ПКМ интенсивности светового потока проходящего через слой водно-иловой смеси. В точке измерения интенсивности светового потока (в контрольном квадрате) отбиралась водно-иловая смесь и пикнометрическим методом определялась концентрация СП ила в г/л.

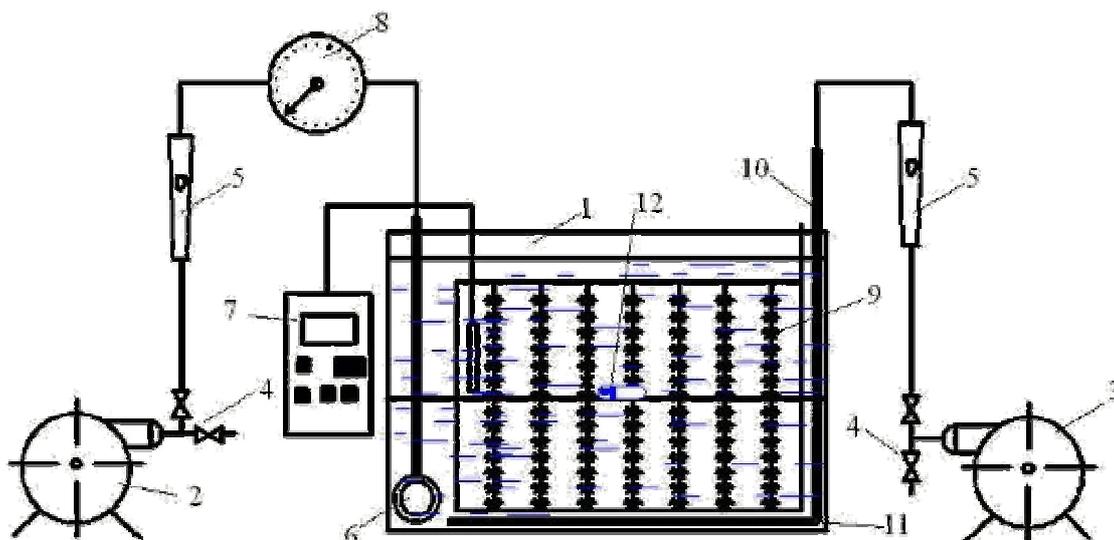


Рис. 1. Схема установки: 1 – модельная ячейка; 2 – компрессор с ресивером для аэрации; 3 – компрессор с ресивером для регенерации; 4 – краны для регулирования воздуха и сброса его в атмосферу; 5 – ротаметр; 6 – аэратор; 7 – кислородомер; 8 – манометр; 9 – ершовая загрузка; 10 – воздуховод к регенератору ершовой загрузки; 11 – среднепузырчатый регенератор ершовой загрузки; 12 – люксметр НТ 307.

Для достижения квазистационарного процесса осаждения ила на ершовой загрузке (см.: рис. 2), биореактор работал до достижения постоянного значения концентрации свободно плавающего ила, что констатировалось постоянными значениями люкметров. Использование модели плоскостного вертикального поперечного сечения биореактора и описанной схемы установки позволило варьировать в широком интервале интенсивность и соотношение регенерационных воды и воздуха. Это позволило качественно и количественно оценить состояние биоценоза при различных технологических процессах в биореакторе.

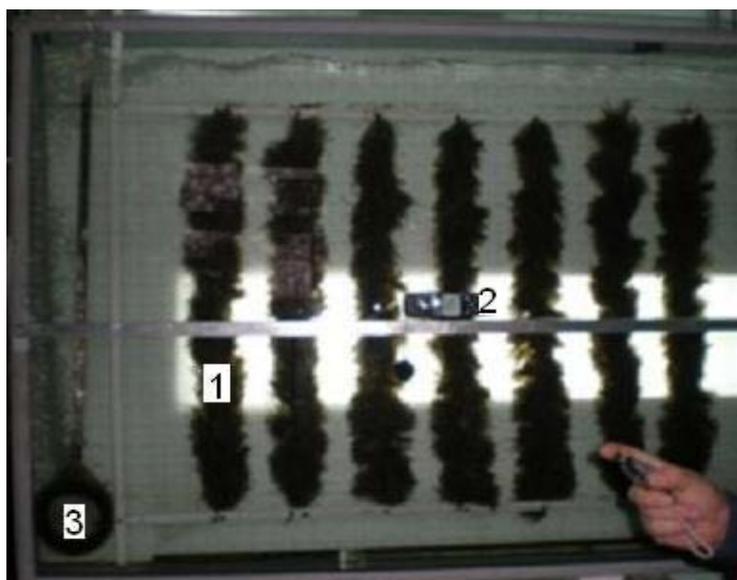


Рис. 2. Физическая модель вертикально-поперечного сечения аэротенка с синтетической ершовой загрузкой: 1 – загрузка с прикрепленным биоценозом; 2 – люксметр; 3 – мелкопузырчатый аэратор типа «Аквалайн».

Для определения концентрации СП ила в г/л был построен калибровочный график – интенсивность светового потока, лк от концентрации ила, г/л. График необходим для экспресс-определения СП ила по результатам измерения интенсивности светового потока. При очередном добавлении двух литров концентрированного ила с иловым индексом  $J=130 \text{ см}^3/\text{г}$  в модельную ячейку, контролировалась динамика светового потока проходящего через водно-иловую смесь (см.: рис. 3).

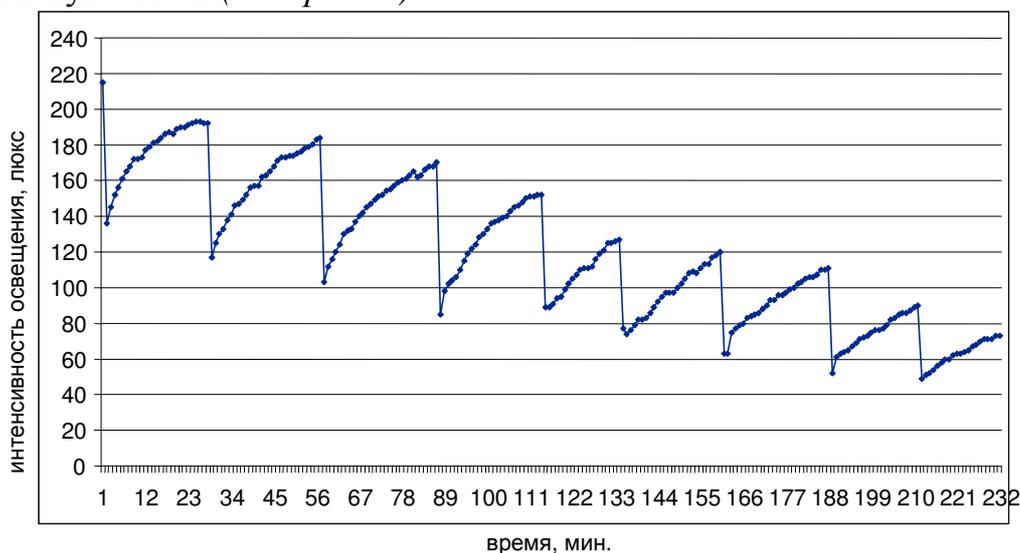
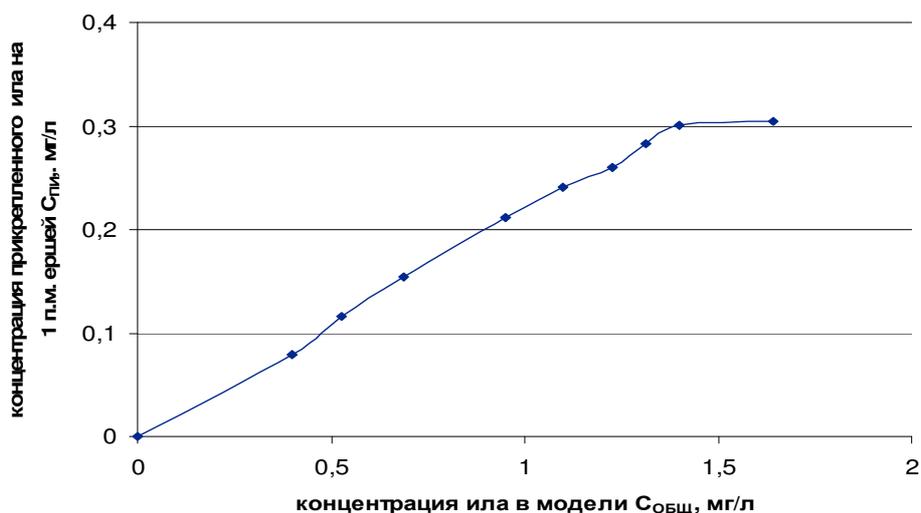


Рис. 3. Динамика осаждения активного ила на синтетические водоросли при интенсивности мелкопузырчатой аэрации  $5,41 \text{ м}^3/\text{м}^2 \cdot \text{ч}$ .

С использованием метода калибровочного графика переводили интенсивность освещения в концентрацию СП ила. Ил, добавленный в модельную ячейку, оседал на синтетических водорослях, распределяясь относительно равномерно на всех вертикальных нитях.

Последующее добавление двухлитровых порций концентрированного ила приводили к повторению описанного процесса, но с уменьшением интенсивности света, проходящего через водно-иловую смесь, что свидетельствовало об увеличении дозы СП ила. Увеличение общей концентрации ила в модельной ячейке приводит к перераспределению его на прикрепленный и свободноплавающий, но с плавным увеличением концентрации СП. Зависимость концентрации прикрепленного ила, приходящегося на погонный метр ершей, от общей концентрации ила в ячейке приведена на рисунке 4. Необходимо отметить, что прирост массы прикрепленного ила на погонный метр ершей, в исследованном интервале концентрации, происходит практически по линейной зависимости с тангенсом угла наклона к оси абсцисс 0,25.

Таким образом, независимо от общей концентрации активного ила в аэротенке, всегда имеется свободноплавающий ил, доза которого зависит от интенсивности аэрации и скорости потоков в основном циркуляционном контуре, омывающем синтетические водоросли по периметру.



*Рис. 4.* Зависимость концентрации прилепленного ила на погонном метре синтетических водорослей от общей концентрации ила в модельной ячейке.

**Примечание**

1. Жмур, Н. С. Технологические и биохимические процессы очистки сточных вод на сооружениях с аэротенками. – М.: АКВАРОС, 2003. – 512 с.
2. Пат. № 94028293/13 (028252) / Н. С. Жмур, О. М. Лапшин. Способ подавления бактериального нитчатого вспухания активного ила; опубл. 27. 07. 94.
3. Куликов, Н. И. Интенсификация процессов очистки сточных вод от ксенобиотиков пространственной сукцессия закрепленных микроорганизмов: Мат. I Всесоюз. конф. по микробиологии очистки сточных вод. – Киев: Наукова думка, 1982. – С. 29-31.
4. Кульков, В. Н., Солопанов, Е. Ю., Евтеева, И. В., Разум, А. С. Распределение активного ила в аэротенке с центральным расположением мелкопузырчатого пневматического аэратора // Инженерное оборудование населенных мест и зданий: Мат. Всерос. науч.-практ. конф. – Иркутск: ИрГТУ, 2009.

**ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ПРИМЕНЕНИЯ СНЕГОПЛАВИЛЬНЫХ УСТАНОВОК НА РАЗЛИЧНЫХ ИСТОЧНИКАХ В УСЛОВИЯХ ИРКУТСКОГО РАЙОНА**

*Матосов Ю. Ю., аспирант; Судникович В. Г., к.т.н., доцент, Иркутский государственный технический университет, г. Иркутск*

*Аннотация. Эта статья рассказывает о возможности использования снегоплавильных установок в Иркутской области; описываются основные источники энергии для снегоплавильных установок, которые могут быть найдены в Иркутске; представлен сравнительный анализ систем различных конструкций. В заключение описываются типы установок, которые лучше всего подходят для использования в Иркутске.*

**TECHNO-ECONOMIC ASPECTS OF SNOW MELTING UNITS APPLICATION AT DIFFERENT SOURCES IN IRKUTSK REGION CONDITIONS**

*Matosov Ju. Ju., postgraduate; Sudnikovich V. G., PhD (Technical Sciences), Associate professor, Irkutsk State Technical University, Irkutsk*

*Abstract. The paper deals with the opportunity of snow melting units application in Irkutsk region. Described are the main sources of energy for snow melting units, which are available in Irkutsk. Given is the comparative analysis of different units systems. In conclusion, described are the types of the most suitable units for utilizing in Irkutsk.*

В условиях Иркутска возможно применение снегоплавильных установок на различных источниках энергии. При этом, наличие различного рода источников энергии, таких как природный газ, электричество, дизельное топливо, мощные тепловые сети и развитая канализационная система, практически не ограничивает применение того или иного типа снегоплавителей.

Количество тепла или энергии, необходимой для превращения льда в воду – 330 кДж/кг. Таким образом, для того чтобы расплавить килограмм льда надо в течение часа обогревать его источником тепла мощностью 91,5 Вт. Для плавления снега потребуется меньше энергии, но это будет зависеть от многих факторов – от того насколько снег слежавшийся, какое количество примесей в нем находится, что это за примеси.

От вида используемого источника энергии будет зависеть конструкция установки, ее размеры и ее производительность. Но в любом случае, потребуется около 25-30 кВт\*час для плавления 1 м<sup>3</sup> снега. Несмотря на то, что требуется большое количество энергии для плавления снега – этот способ утилизации снега в больших городах оказывается экономичнее вывоза в 2-3 раза. Рассмотрим каждый источник энергии в отдельности. Так, например, применение электрических снеготаялок на территории Иркутского района целесообразно из-за самой низкой стоимостью электроэнергии по всей России. В *таблице 1* приведены предельные минимальные и максимальные тарифы на электрическую энергию для Иркутской области, действующие с 1.01.2012.

*Таблица 1*

*Тарифы на электроэнергию на 2012 г. для Иркутской области.*

Наименование субъекта Российской Федерации	с 01.01.2012 года		с 01.07.2012 года	
	Минимальный уровень тарифа, коп/кВтч (с НДС)	Максимальный уровень тарифа, коп/кВтч (с НДС)	Минимальный уровень тарифа, коп/кВтч (с НДС)	Максимальный уровень тарифа, коп/кВтч (с НДС)
Иркутская область	67,00	68,00	71,00	72,00

На основе данных их таблицы 1, можно вычислить стоимость плавления 1 м<sup>3</sup> снега для Иркутской области. Таким образом, стоимость плавления 1м<sup>3</sup> снега с помощью электрических снегоплавильных установок будет составлять 18-22 руб/м<sup>3</sup> снега. Несмотря на низкую стоимость плавления, ограничивать применение электрических установок может отсутствие свободных мощностей в некоторых районах города, а также отсутствие специальных уличных розеток

для коммунальных служб. Также возможно применение газовых установок снегоплавания в Иркутске, это связано, в первую очередь, с централизованной газификацией некоторых районов и ростом газифицированных территорий. В *таблице 2* представлены цены на природный газ, реализуемый ООО «Газпром межрегионгаз Новосибирск» населению Иркутской области, действующих с 1 января 2012 г.

В среднем для плавления 1м3 снега необходимо расходовать около 1м3 природного газа. Таким образом, используя данные из таблицы 2, получаем, что ориентировочная стоимость плавления снега снегоплавильной установкой на природном газе будет около 5 руб./м3 снега.

Однако применение таких установок ограничивается за счет высокого уровня опасности, поэтому их применение возможно только на окраинных районах города Иркутска, где возможно поместить установку на достаточном для обеспечения безопасности жителей расстоянии от жилых массивов.

*Таблица 2*

*Тарифы на природный газ на 2012 г. для Иркутской области.*

При наличии прибора учёта газа (счётчика)	Розничные цены на газ природный, руб./м3	
	с 1 января 2012 года	с 1 июля 2012 года
На приготовление пищи и горячее водоснабжение (подогрев воды при отсутствии централизованного горячего водоснабжения)	3,57	4,105
На отопление жилых помещений, потребление газа при наличии приборов учета расхода газа (в случае использования для учета объема потребления газа одного прибора учета при одновременном использовании газа по нескольким направлениям его потребления, для которых устанавливаются различные розничные цены)	3,077	3,538

Далее рассмотрим применение дизельных установок снегоплавания в условиях Иркутского района. Применение таких установок целесообразно из-за достаточного количества ресурсов дизельного топлива в регионе. В *таблице 3* представлены розничные и оптовые цены на бензин и топливо, реализуемый ЗАО «Иркутскнефтепродукт» потребителям Иркутской области, действующих с 10 февраля 2012 г.

*Таблица 3*

*Тарифы на бензин и топливо на 2012 г. для Иркутской области.*

Вид топлива	Розничная цена, руб. за литр 11.01.2012	Оптовая цена, руб. за 1 тонну 11.01.2012	Розничная цена, руб. за литр с 10.02.2012	Оптовая цена, руб. за 1 тонну 10.02.2012
АИ 92	26,7	31900,12	25,9	31900,12
АИ 95(96)	29	34000,52	29	34000,52
АИ 98	30,2	35000,57	30,2	35000,57
Диз. топливо зимнее	26,8	28200	25,4	28200

Для плавления 1 м<sup>3</sup> снега дизельными установками требуется около 2,5 – 3 литров дизельного топлива. Таким образом, получаем, что стоимость плавления снега на дизельных установках в Иркутске будет составлять от 63,5 до 76,2 руб./м<sup>3</sup> снега. Еще одним типом снегоплавильных установок, которые можно применять в условиях Иркутского района, являются установки на энергии теплосетей. Их применение обуславливается достаточно мощной и разветвленной сетью теплоснабжения, однако ограничивается отсутствием свободных тепловых мощностей в дальних районах. Стоимость 1 Гкал в Иркутске составляет около 924,47 рублей. А необходимое количество энергии для плавления составляет около 0,025 Гкал/м<sup>3</sup> снега. Отсюда стоимость плавления составляет ориентировочно 25 руб./м<sup>3</sup> снега.

Снегоплавление на энергии канализационных стоках является вполне доступным для Иркутска, однако требует более детального и углубленного изучения, так как канализационные снегоплавители влияют на работу всей канализационной сети и очистные сооружения города.

Таким образом, можно сказать, что самым дешевым источником энергии для плавления снега для Иркутского района является природный газ, однако в силу высокой опасности является не самым лучшим вариантом. Самым дорогим источником является дизельное топливо, соответственно его применение экономически не целесообразно, хоть оно и имеет меньший уровень опасности, чем газ. Следовательно, можно сделать вывод, что наиболее рациональными по стоимости и уровню безопасными источниками для плавления снега в условиях Иркутского района являются снегоплавильные установки на электрической энергии и энергии тепловых сетей.

#### ***Примечание***

1. Снегоплавильные установки. – Режим доступа: <http://grnh.ru/teoriya/prin>.
2. Тарифы. – Режим доступа: <http://newtariffs.ru/taxonomy/term/791/tariff>.

### **ВОЗМОЖНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЭНЕРГИИ СТОЧНЫХ ВОД ОЧИСТНЫХ СООРУЖЕНИЙ КАНАЛИЗАЦИИ**

*Миронов В. В., д.т.н., профессор; Иванюшин Ю. А., аспирант, ТюмГАСУ;  
Юдаков А. С., инженер, ООО «ЭЛЕКТРОРАМ», г. Тюмень*

*Аннотация. Принцип действия малых ГЭС основан на явлении гидравлического удара. Выявлена возможность применения гидроэлектрических установок в технологических потоках очистных сооружений канализации. Представлены графические зависимости мощности от расхода потока. Описан ряд преимуществ применения предлагаемой разработки по сравнению с использованием турбин в области «аномально» низких напоров.*

### **POSSIBILITY OF WASTE WATER ENERGY UTILIZATION AT DRAINAGE TREATMENT UNITS**

*Mironov V. V., Doctor of Technics, Professor; Ivanjushin Ju. A., postgraduate, TSUACE; Judakov A.S., engineer, LLC «JELEKTORAM», Tyumen*

*Abstract. Midget power plant operating principle is based on hydraulic shock phenomenon. Exposed is the possibility of hydroelectric units utilizing in workflows of drainage treatment units. Presented are capacity-flow discharge plots. Described is a number of advantages of proposed development comparing with turbines utilizing in «abnormal» low pressure area.*

В последние годы многие российские предприятия отдают предпочтение автономным системам энергоснабжения, независимым от поставщиков энергии. При этом целесообразно применять системы, выполненные на базе возобновляемого источника энергии, такие как, солнечные установки с фотоэлектрическими элементами, ветро- и гидроэлектрические установки. И если количество солнечной радиации и скорость ветровых потоков не зависят от человека, то технологические потоки воды на территориях промышленных предприятий обладают практически постоянными параметрами и в меньшей степени подвержены воздействиям окружающей среды.

При этом предлагаемая гидроэлектрическая установка является новым конструктивным решением малых ГЭС, принцип действия которой основан на явлении гидравлического удара и отличен от традиционных турбинных установок [1, 2]. В стальном водоводе с установленными подвижными элементами (мембранами) инициируется гидроудар при помощи автоматических ударных клапанов, работающих за счет энергии воды. Колебательный процесс изменения ударного давления, возникающий при этом, распространяется от ударного клапана к началу водовода. За вычетом потерь совершается механическая работа по возвратно-поступательному перемещению рабочих органов линейных теплоэлектродгенераторов.

Генерирующая установка состоит из гидравлического привода и линейных теплоэлектродгенераторов, а также блока регулирования и управления, аккумуляторной батареи, зарядного устройства и инвертора.

Одно из основных преимуществ – способность генерировать значительную мощность при малых входных напорах воды, от 0,2-0,3 м.в.ст. Оказывается возможным применение таких генерирующих установок на канализационных очистных станциях. Однако для повышения надежности нежелательна работа с неочищенными стоками. Таким образом, оптимальным вариантом является возведение электростанции на участках от блока обеззараживания до выпуска очищенных сточных вод. При этом неравномерность расхода очищенных стоков по часам суток на выпусках незначительны, ввиду наличия предшествующих емкостных сооружений в составе станции. Кроме того, температура потока остается положительной даже в зимнее время, что гарантирует работу генерирующей установки в нормальном режиме (см.: рис. 1).

Из уравнения Бернулли, перепад напора на турбине, без устройства деривации составит:

$$\Delta H = H - \frac{v^2}{2g}, \quad (1)$$

где  $H$  – напор на входе, м;

$v$  – средняя скорость движения очищенных стоков в канале перед турбиной, м/с.

При этом мощность турбины, установленной в поток без устройства деривации:

$$N_t = \rho \times g \times Q \times \Delta H, \quad (2)$$

где  $\rho$  – плотность воды, кг/м<sup>3</sup>.

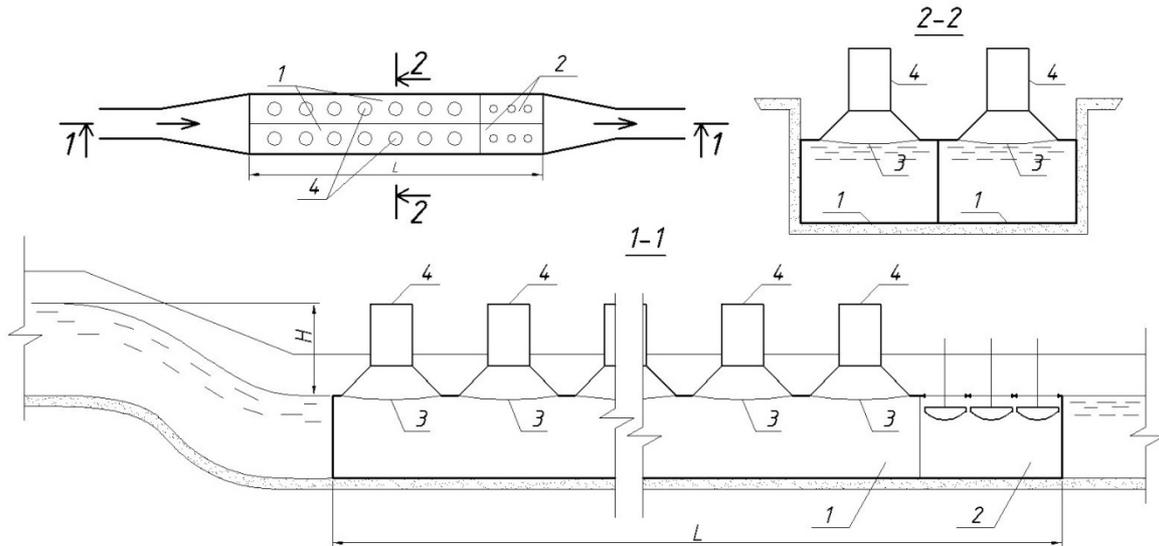


Рис. 1. Схема установки гидроагрегата в канале: 1 – стальной водовод прямоугольного сечения; 2 – клапанная коробка; 3 – подвижные элементы трубы (мембраны); 4 – линейные теплоэлектрогенераторы.

Кинетическая энергия воды в водоводе инновационного агрегата в момент накопления энергии до инициирования гидравлического удара:

$$E_k = \frac{\rho \times \omega \times L \times v^2}{2}, \quad (3)$$

где  $\omega = I m^2$  – принимаемая в гипотетическом расчете суммарная площадь живых сечений прямоугольных водоводов гидравлического агрегата.

Механическая работа  $A$ , совершаемая в единицу времени, будет являться мощностью гидроагрегата  $N$ :

$$N = 0,9 \times E_k, \quad (4)$$

Анализ величин  $E_k$  и  $A$  показывает, что часть кинетической энергии потока воды, движущегося с первоначальной скоростью, преобразуется в потенциальную энергию упругой деформации самой жидкости и стенок водовода [2]. Как правило, величина этих потерь энергии не превышает 10%.

На основе формул (1) – (4) был рассчитан гипотетический пример для сравнения величин снимаемой мощности при следующих заданных параметрах:

- плотность воды  $\rho = 1000$  кг/м<sup>3</sup>;
- размеры поперечного сечения одного гидроагрегата 1,0×0,5 м (расчет произведен на два установленных агрегата, работающих в противофазе);

- эквивалентная шероховатость трубопровода  $\Delta = 0,5 \times 10^{-3}$  м;
- кинематическая вязкость воды  $\nu = 10^{-6}$  м<sup>2</sup>/с;
- длина гидроагрегата  $L = 75$  м.

Результаты расчетов представлены в графическом виде (см.: рис. 2).

Из рисунка видно, мощность генерирующего оборудования находится в прямой зависимости от пропускной способности каналов, в которых установлено генерирующее оборудование. Причем явно виден выигрыш в мощности при использовании приводов, основанных на явлении гидравлического удара. Другими словами, на техногенных потоках, где установка турбин не позволит получить значимые величины мощности (область «аномально» низких напоров) целесообразно применение инновационных гидроагрегатов. К таким потокам в полной мере можно отнести и открытые русла канализационных очистных сооружений.

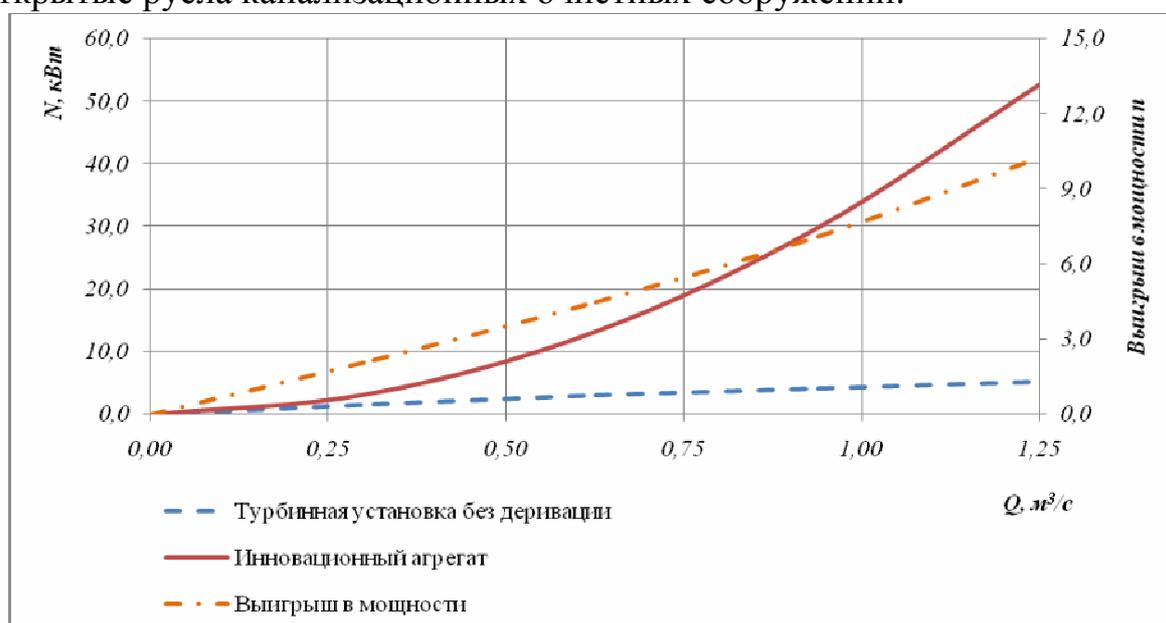


Рис. 2. Графики зависимостей мощностей генерирующих агрегатов от расхода водного потока.

Дополнительно следует отметить, что данная концепция автономного энергоснабжения также применима для жилых и общественных зданий, а также их групп. Среди преимуществ использования инновационных агрегатов для автономного энергоснабжения можно выделить:

1. Высокий коэффициент полезного действия;
2. Дополнительная возможность получения тепловой энергии;
3. Минимальное количество обслуживающего персонала.
4. Компактные размеры установки;
5. Возможность эффективной работы установки при малых напорах от 0,2 м.
6. Отсутствие эмиссий загрязняющих веществ в атмосферу;
7. Не вызывает подтопления прилегающих территорий;
8. Не требует особой подготовки русла.

### *Примечание*

1. Пат. РФ № 2431758, 20.10.2011. Способ получения электроэнергии и устройство для его реализации.

2. Миронов, В. В., Миронов, Д. В., Гульбинас, А. С. Автономное тепло- и электроснабжение с использованием энергии низконапорных водотоков // *Фундаментальные исследования*. – 2012. – № 3 (ч. 2). – С. 396-398.

## **ПЕРСПЕКТИВНАЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ СХЕМА РАБОТЫ МЕТАНТЕНКОВ НА ОСК**

*Миронова Е. А., студент, Ижевский государственный технический университет им. М. Т. Калашникова, г. Ижевск*

*Аннотация. Разработана технология для переработки осадков сточных вод в биогазовой установке, при которой полученный биогаз преобразуется в электрическую и тепловую энергии. Выявлена оптимальная форма метантенка и система перемешивания осадка, предотвращающая образование мертвых зон и позволяющая повысить интенсивность газовыделения.*

## **PROSPECTIVE FLOWCHART OF METHANE-TANKS AT OSK**

*Mironova E. A., undergraduate, Kalashnikov Izhevsk State Technical University, Izhevsk*

*Abstract. Developed is the technology for sewerage sludge processing in biogas unit, when obtained biogas is transformed into electric and heat energy. Exposed is methane-tank optimum shape and the system of sludge mixing, preventing dead regions formation and enables to increase gas release intensity.*

Использование отходов городского хозяйства, птицеводства, животноводства и растениеводства как альтернативных и возобновляемых источников тепловой и электрической энергии давно является одним из важнейших направлений в энергетической стратегии многих стран мира.

Одним из способов использования биологических отходов является использование биогазовых технологий, суть которых заключается в переработке биологических отходов в анаэробном реакторе биогазовой установки. В биогазовой установке происходит переработка осадков сточных вод, навоза и растительных остатков с получением горючего биогаза и высококачественного удобрения. Биогаз – это горючая газовая смесь, состоящая из 50...70% метана, 30...40% углекислого газа и небольшие количества сероводорода, аммиака, водорода. Из одного м<sup>3</sup> биогаза можно получить около 18...24 МДж энергии.

В данной работе разработана технология для переработки осадков сточных вод в биогазовой установки, которая состоит из следующих основных

элементов: приёмный резервуар, метантенк яйцевидной формы с обвязкой трубопроводов, система подогрева осадка с помощью теплообменников, когенерационная установка, установка очистки биогаза, которая показана на рисунке 1. С помощью этой схемы получают биогаз и преобразуют его в электрическую и тепловую энергии на очистных сооружениях канализации.

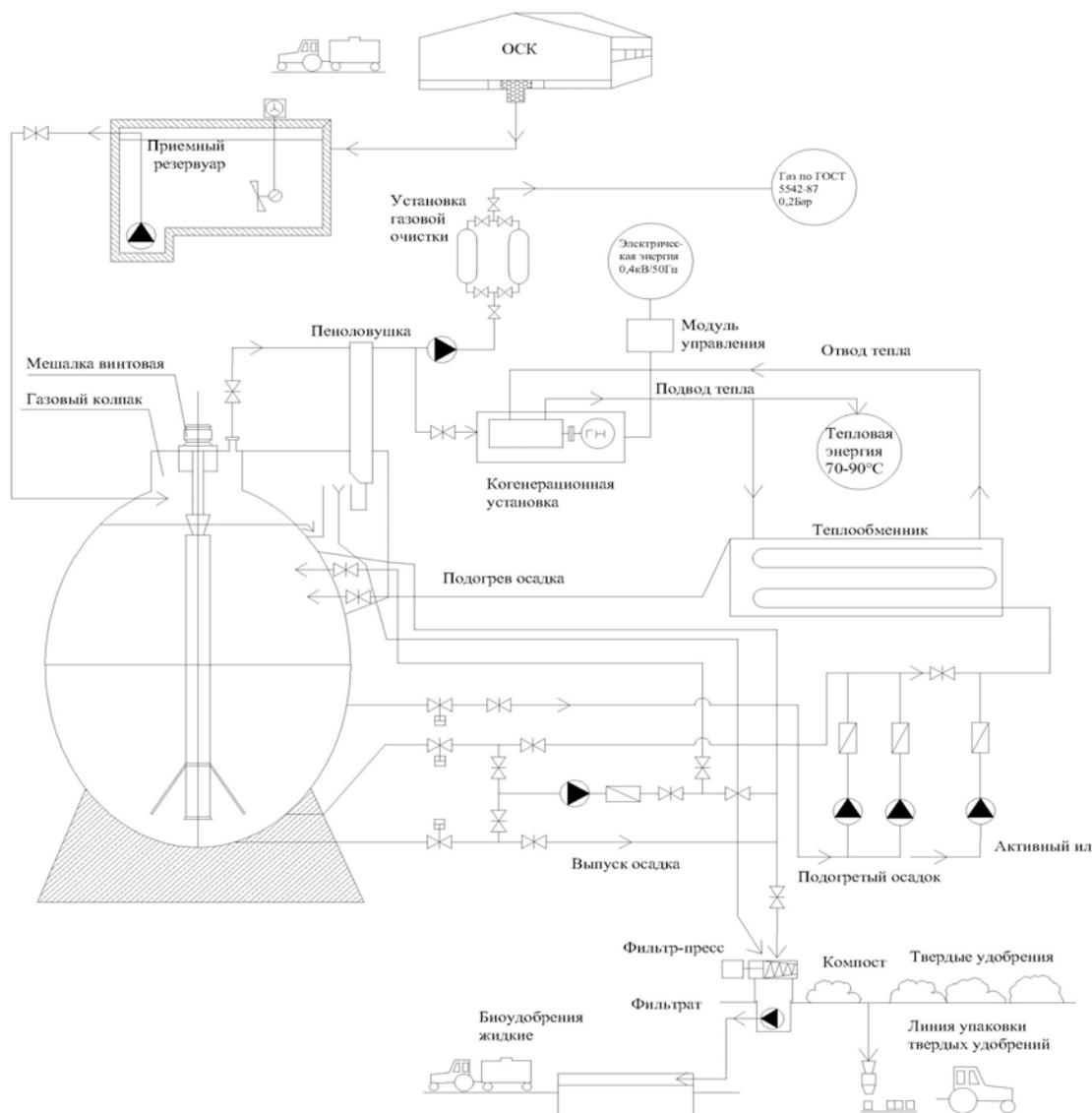


Рис. 1. Принципиальная схема получения и утилизации биогаза из осадка сточных вод на очистных сооружениях канализации.

Для выбора формы, размеров и конструкции реактора решающую роль играют такие факторы как: массовый расход загружаемого осадка; заданная степень сбраживания осадка, загрузки рабочего пространства, времени цикла сбраживания и интенсивности перемешивания; уровень механизации.

С точки зрения статической прочности, создания условий для перемешивания жидкого осадка и его отвода предпочтительным представляется использование яйцеобразного резервуара. Для предотвращения коркообразования лучше применять резервуары с узкой горловиной и небольшой площадью поверхности сбраживаемого осадка, что позволяет повысить интенсивность газовыделения. Яйцевидная форма метантенка

обеспечивает максимальный объем при минимальной поверхности, что позволит сократить материалоемкость при строительстве и теплопотери при эксплуатации метантенков. Резервуар метантенков выполнены из монолитного железобетона с предварительно напряженной арматурой. В метантенках яйцевидной формы обеспечиваются минимальные затраты железобетона и минимальные теплопотери. Кроме того, такая форма метантенка препятствует накоплению песка и образованию корки. Для поддержания однородности бродящей массы и во избежание расслоения осадка и иловой воды предусмотрена система перемешивания. В метантенке используют винтовую мешалку, устанавливаемую в центральной трубе. Требуемая температура бродящей массы, соответствующей выбранному режиму сбраживания, поддерживается системой подогрева осадка с помощью внешних теплообменников. Сброженный осадок удаляется из метантенка и подаётся во внешний теплообменник. Для обеспечения энергоэффективности схемы тепло сброженного осадка рекуперирован с помощью теплообменников.

*Выводы:* Оптимальная яйцевидная форма метантенка с системой перемешивания осадка позволит сократить материалоемкость при строительстве и теплопотери при эксплуатации метантенков. Такая форма метантенка предотвращает образование мертвых зон, что позволяет повысить интенсивность газовыделения. Система подогрева сбраживаемого осадка с помощью внешних теплообменников позволяет сократить затраты тепловой энергии на подогрев осадка в метантенках. Дополнительная теплота, полученная от рекуперации тепла сброженного осадка, идет на подогрев исходного осадка перед сбраживанием.

#### ***Примечание***

1. Гюнтер, Л. И., Гольдфарб Л. Л. Метантенки. – М.: Стройиздат, 1991. – 128 с.
2. Миронова, Е. А., Караваев, Е. С., Кузьмина, А. И., Жигалова, Д. А. Использование биоэнергетических установок в современных условиях: [Электронный ресурс] – Ресурс доступа: <http://www.young-science.ru>.
3. Миронова, Е. А. Получение и использование биогаза из органических отходов: [Электронный ресурс] – Режим доступа: [bink.istu.ru/vist-sess](http://bink.istu.ru/vist-sess).

## **АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПОДГОТОВКИ ВОД ДЛЯ СИСТЕМЫ ПОДДЕРЖАНИЯ ПЛАСТОВОГО ДАВЛЕНИЯ НЕФТЯНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ**

*Назаров В. Д., Назаров М. В., Уфимский государственный нефтяной технический университет, г. Уфа*

*Аннотация. Приведены примеры негативного воздействия нефтедобычи на водные объекты. Показаны причины, вызывающие существенное ухудшение качества подземных и поверхностных вод за счет смешения с пластовыми. Даны рекомендации по изменению технологии водоподготовки, увеличению эффективности системы мониторинга.*

## **PERFORMANCE ANALYSIS OF WATER TREATMENT FOR MAINTAINING SYSTEM OF OIL DEPOSIT FORMATION PRESSURE**

*Nazarov V. D., Nazarov M.V., Ufa State Oil Technical University, Ufa*

*Abstract. Given are the examples of oil negative impact on water bodies. Presented are the reasons, causing a significant deterioration of groundwater and surface water quality due to their mixing with formation water. Given are the recommendations to change water treatment technology and to increase monitoring effectiveness.*

В качестве источников питьевого водоснабжения предпочтение отдается подземным источникам как наиболее защищенным от техногенного воздействия, поэтому потребность населенных пунктов в питьевой воде чаще всего обеспечивается за счет пресных подземных вод. В связи с критической ситуацией с питьевым водоснабжением в Башкортостане летом 2010 г. была создана депутатская рабочая группа для изучения ситуации с обеспечением населения питьевой водой. Установлено, что в республике накопились серьезные проблемы по обеспечению населения качественной питьевой водой, соответствующей установленным санитарно-гигиеническим требованиям. Так, в г. Октябрьском и Туймазинском районе население уже многие годы вынуждено использовать воду с превышением норм в 2 и более раз по жесткости, общей минерализации и содержанию хлоридов. Кроме того, в отдельных населенных пунктах Туймазинского района в водозаборных скважинах и колодцах полностью отсутствует вода. Люди вынуждены обеспечивать себя привозной водой. Так, в 3 населенных пунктах организован круглогодичный подвоз воды. В летний период 2010 года на привозной воде обеспечивалась потребность в 9 населенных пунктах района, в том числе в таких крупных, как Кандры, Старые Туймазы, Верхнетроицкий, в которых население достигает нескольких тысяч человек [1].

Основная причина проблем с водоснабжением населения в Туймазинском районе связана с влиянием на подземные воды объектов нефтедобычи, принадлежащих ОАО «АНК «Башнефть», когда из-за применения непродуманных технологий подземные воды оказались перемешанными со сточными водами нефтепромыслов. По экспертным заключениям подземные воды с большинства скважин водозабора можно использовать только на техническое водоснабжение. При этом качество воды с каждым годом только ухудшается [1].

Налицо явное противоречие между декларированной эффективной системой мониторинга водных объектов ОАО «АНК «Башнефть» и фактическим состоянием этих объектов. Виной этому является сложившееся отношение нефтяных компаний к системе ППД как к непроизводственному процессу, требующему определенных затрат. Ситуация с загрязнением водных объектов сложилась приблизительно одинаковой во всех нефтедобывающих регионах страны с той разницей, что ОАО «АНК «Башнефть» занимается

производственной деятельностью 80 лет, поэтому негативные последствия нефтедобычи проявились наиболее ярко.

Одним из существенных источников загрязнения пресных вод являются утечки из скважин и перетоки пластовых вод в водоносные горизонты, происходящие в скважинах с некачественной и частичной цементацией затрубного пространства, с нарушениями целостности обсадных колонн и некачественно ликвидированных скважин. Утечки и перетоки интенсифицируются за счет увеличения пластового давления при закачке вод в систему ППД.

Однако не эти причины являются главными. Главная проблема заключается в коррозии бетона. В соответствии со СНиП 2.03.11-85 влажная среда с концентрацией сульфатов и хлоридов 250-500 мг/л для портландцемента является слабоагрессивной, влажная среда с концентрацией сульфатов свыше 1 г/л и хлоридов свыше 5 г/л для портландцемента является сильноагрессивной. В пластовой воде нефтяных месторождений концентрация сульфатов или хлоридов составляет 100-300 г/л, т.е. среда является экстремально агрессивной. Нами проведены опыты в статических условиях по определению коррозионной активности воды с концентрацией сульфатов и хлоридов 100 г/л (раздельно) относительно кубических образцов стандартного размера из портландцемента по ГОСТ 10178-76. В результате опытов установлено, что образцы полностью разрушены в течение года. Агрессивность сульфатных вод выше, чем хлоридных. Отсюда следует, что на нефтяных месторождениях, находящихся на средней и поздней стадии эксплуатации, через затрубное пространство происходят неконтролируемые перетоки жидкости из области высокого давления в область более низкого давления, т.е. в вышерасположенные пресные подземные воды.

Доказательством тому являются сведения нефтяных компаний о том, что на 1 м<sup>3</sup> продукции скважины приходится закачивать 2-3 м<sup>3</sup> воды, т.е. в окружающую среду поступает 1-2 м<sup>3</sup> недостаточно очищенных вод. Допустимые концентрации (ДК) загрязняющих веществ в воде, закачиваемой в нефтесодержащие пласты по ОСТ 39-225-88, предельно допустимые концентрации (ПДК) загрязняющих веществ по ГН 2.1.5.689-98 и фактические концентрации некоторых загрязняющих веществ приведены в *таблице 1*.

Из таблицы следует, что в воде, поступающей в окружающую среду, концентрация указанных загрязняющих веществ превышает допустимую в тысячи раз. Нефтедобывающая промышленность является единственной отраслью в России, которая устанавливает для себя нормативы качества воды, закачиваемой в пласты [2].

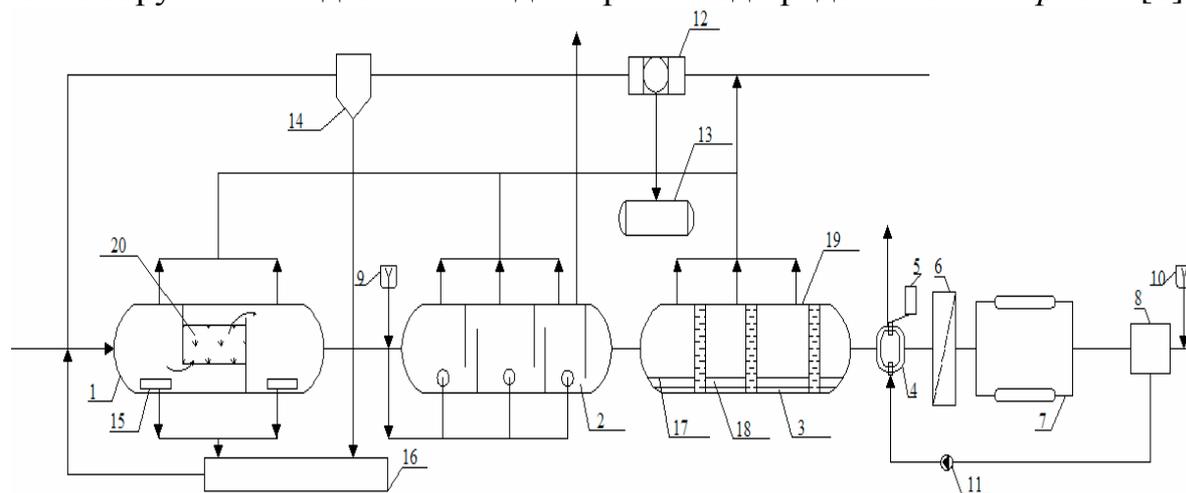
В пластовых водах нефтяных месторождений установлена устойчивая тенденция роста концентрации таких загрязняющих веществ, как железо, сероводород, гидросульфид-ион, сульфиды металлов и др. По классификации Санитарных правил СП 2.1.5.1059-01 [3] степень влияния на качество подземных вод нефтедобычи определяется как «опасная». Приоритетными загрязнениями для нефтяных месторождений согласно этому документу являются: нефтепродукты, хлориды, фенолы, СПАВ, ртуть, марганец, железо.

Таблица 1

Содержание загрязняющих веществ в воде, закачиваемой в продуктивные пласты.

Загрязняющее вещество	ДК по ОСТ 39-225-88, мг/л	ПДК по ГН 2.1.5.689-98, мг/л	Факт, мг/л	Превышение ПДК, раз
Нефть	5-50	0,1	100-200	$(1-2) \cdot 10^3$
Сероводород	отсутствие	0,003	100	$3,3 \cdot 10^4$
СВБ	отсутствие	Не нормируется	200	$\infty$
Бор	Не нормируется	0,5	6-2050	$12-4,1 \cdot 10^3$
Бром	Не нормируется	0,2	51-4100	$255-2 \cdot 10^4$
Цинк	Не нормируется	0,01	0,1-28	$10-2,8 \cdot 10^3$
Железо	Не нормируется	0,3	0,1-127	$0,3-4 \cdot 10^2$
Йод	Не нормируется	10	2-120	0,2-12
Стронций	Не нормируется	7	$10^{-2}-8000$	$10^{-3}-1,1 \cdot 10^3$
Свинец	Не нормируется	0,03	84	$2,8 \cdot 10^3$
Сульфиды	Не нормируется	отсутствие	1-50	$\infty$

К приоритетным загрязняющим веществам следует отнести бор, бром, йод, цинк, хром, стронций, литий, свинец, медь, цезий, рубидий [4]. Многие из этих веществ находятся в промышленной концентрации, позволяющей осуществить комплексную переработку пластовых вод. Известен способ переработки попутных вод нефтяных месторождений [5], заключающийся в предварительной очистке вод от механических примесей и нефти с последующим последовательным извлечением магния, лития, бора, йода и брома, причем первоначально из воды экстрагируют бор, затем извлекают осаждением магний и литий, затем ионообменной сорбцией извлекают йод, а воздушной десорбцией бром. После извлечения неорганических компонентов воду направляют в систему поддержания пластового давления для закачки в пласт. Сооружения подготовки подтоварных вод представлены на *рис. 1* [6].



*Рис. 1.* Сооружения подготовки подтоварных вод: 1 - отстойник; 2 - напорный флотатор; 3 - электрохимический флотатор; 4 - магнитный сепаратор; 5 - источник электропитания; 6 - ультрафильтр с калиброванными отверстиями; 7 - ультрафиолетовые лампы; 8 - резервуар чистой воды; 9 - реагентное хозяйство; 10 - бактерицидный реагент; 11 - промывной насос; 12 - гидрофобный фильтр; 13 - накопитель нефти; 14 - отстойник; 15 - система отведения осадка; 16 - иловые площадки; 17 - сетка из

электроотрицательного материала; 18 – пластина из электроположительного материала; 19 – перегородка из каталитического материала; 20 – коалесцирующий фильтр.

*Выводы:* Опыт эксплуатации нефтяных месторождений, находящихся на поздней стадии, показали негативное их влияние на дефицитные пресные поверхностные и подземные воды, являющиеся источниками питьевого водоснабжения.

Основой негативного влияния нефтедобычи на водные объекты является устаревшая нормативная база, определяющая требования к качеству вод, используемых в системе ППД. Результатом этого является как снижение коэффициента извлечения нефти, так и усиление влияния закачиваемых вод на водные объекты. Существующая система мониторинга не оправдала свое существование из-за неверно выбранных приоритетных показателей.

Низкая эффективность сооружений водоподготовки объясняется примитивностью технологии водоочистного оборудования. На сегодняшний день существует достаточное количество отечественного инновационного водоочистного оборудования, позволяющего очистить подтоварные и пресные воды до любого заданного качества. Существующая на месторождение практика закачивания осадков сточных вод в скважины противоречит водному законодательству.

Низкое качество проектной документации, касающейся системы ППД, объясняется недостаточной квалификацией проектировщиков в области систем водного хозяйства промышленных предприятий. Судя по проектам, в проектных организациях не определяется уровень техники по патентной и научно-технической литературе, не привлекаются лаборатории для проведения технологических опытов по очистке воды.

#### *Примечание*

1. Сайфуллин, Ф. А. Водная стратегия Российской Федерации на период до 2020 года и пути ее реализации на территории Республики Башкортостан. Материалы парламентских слушаний по вопросу «Водная стратегия Российской Федерации на период до 2020 года и пути ее реализации на территории Республики Башкортостан» // Секретариат Госсобрания – Курултая Республики Башкортостан. – Уфа: УПК, 2010. – С. 7-13.

2. Вода для заводнения нефтяных пластов. Требования к качеству. ОСТ 39-225-88. – М.: Миннефтепром. 1990. – 8 с.

3. Гигиенические требования к охране подземных вод от загрязнения // СП 2.1.5.1059-01. – М., 2001. – 20 с.

4. Минигазимов, Н. С. охрана и рациональное использование водных ресурсов в нефтяной промышленности: Дисс. докт. техн. наук. – Уфа. 2000. – 301 с.

5. Пат. РФ на изобретение № 2189362. Способ комплексной переработки попутных вод нефтяных месторождений / Литвиненко В. И., Варфоломеев Б. Г. опуб. 20.09.2002.

6. Пат. РФ на полезную модель № 90434. Устройство для очистки нефтепромысловых вод для системы ППД нефтяных месторождений / Назаров В. Д., Назаров М. В., Зенцов В. Н. Опуб. 10.01.2010. Бюл. № 1.

## ИНТЕНСИФИКАЦИЯ РАБОТЫ ПОЛИГОНОВ ТБО

*Назаров В. Д., Назаров М. В., Уфимский государственный нефтяной технический университет, г. Уфа; Чертес К. Л., Самарский государственный технический университет, г. Самара*

*Аннотация. Предложен способ интенсификации биологических процессов, протекающих в теле полигона ТБО. Экспериментально доказано, что происходит увеличение плотности тела полигона, уменьшение его объема.*

## INTENSIFICATION OF MSW LANFILLS WORKING

*Nazarov V. D., Nazarov M. V., Ufa State Oil Technical University, Ufa;  
Chertes K. L., Samara State Technical University, Samara*

*Abstract. Given is the method to intensify current biological processes at MSW landfill. Landfill density increasing and its volume reducing were found experimentally.*

Осадки сточных вод (ОСВ) являются одним из наиболее крупнотоннажных органико-минеральных отходов города. Их утилизация сдерживается и в настоящее время ОСВ, совместно с твердыми бытовыми отходами (ТБО), размещаются на полигонах с нарушением требований охраны окружающей среды. Вывоз ОСВ на полигон требует специального инженерного обустройства объекта и разработки научно-обоснованной технологии размещения и обработки осадков в контакте с веществом свалочного тела. Для улучшения экологического состояния полигона разработан способ нагнетания жидких осадков в толщу свалочного тела через систему перфорированных нагнетательных скважин с аэрацией массива [1].

Нагнетание жидких осадков в толщу свалочного тела приводит к фильтрации влаги в вертикальном и горизонтальном направлениях. Постепенно в толще образуется конгломерат из ОСВ и ТБО. Скорость фильтрации жидких осадков зависит от начального давления, развиваемого в устье нагнетательной скважины, а также от сопротивления свалочного грунта.

Расчетные величины значений скорости фильтрации ОСВ на расстоянии  $r$  от нагнетательной скважины представлены на *рис. 1*.

Проведенные результаты показывают, что скорость фильтрации зависит от свойств массива отходов (типа зоны для нагнетания ОСВ). Анализ расчетных данных показывает, что использование для нагнетания ОСВ аэробной и переходной режимных зон свалочного тела является наиболее рациональным. Данные значения были подтверждены промышленным экспериментом на участке полигона ТБО г. Тольятти [1].

Участок оборудован нагнетательными скважинами. Осадки вводили в свалочный грунт при помощи вакуум-машины порциями по 7-10 м<sup>3</sup>. После

нагнетания осадка в толще свалочного тела сформировались конгломераты, состоящие из сырых ОСВ и свалочного грунта различной степени разложения.

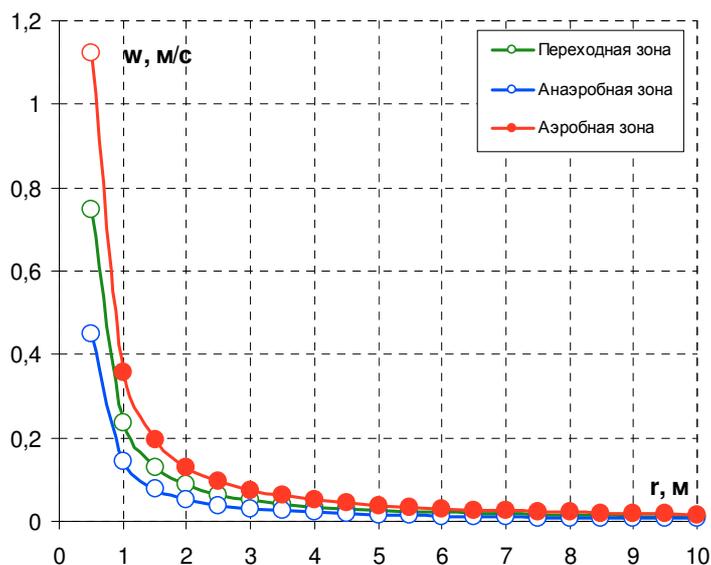


Рис. 1. Скорость фильтрации ОСВ в толще свалочного тела.

Результаты исследований позволили разработать регламент и аппаратурно-технологическое оформление обработки осадков сточных вод в условиях крупнотоннажного массива твердых бытовых отходов.

Осадки забираются из распределительной камеры отстойников с помощью вакуум-машины и направляются на близкорасположенный полигон ТБО. Экономически целесообразным является вывоз полигоны, расположенные на расстоянии не более 20-25 км. Предварительно производятся комплексные изыскания различных фрагментов свалочного грунта полигона для установления его фильтрационных и биохимических характеристик, определения рабочей вместимости по приему осадков и прогнозирования интенсивности их аэробной обработки. Изыскания включают пошаговое бурение свалочного тела с отбором и анализом образцов, обработку данных и позиционирование в толще массива зон, способных выступать центрами биоразложения осадков. На полигоне отводится участок, оборудованный сетью нагнетательных скважин. В отдельных случаях, можно использовать существующие скважины газодренажной сети полигона. Рекомендуются скважины диаметром 150-200 мм с перфорацией отверстиями по 15-20 мм шагом 0,1-0,2 см в нижней части. Устье скважин должно выступать над поверхностью отходов на высоту 0,5-1,0 м (см.: рис. 2).

Через скважины осадок вводится в толщу массива, на глубины позиционированных зон разложения. После нагнетания осуществляется периодическая продувка массива передвижным компрессором. Для защиты свалочного тела в период продувки и минерализации от дополнительного поступления поверхностного стока, рекомендуется местная изоляция поверхности специальным покрытием, укладываемым на поверхность по временной схеме и демонтируемым в сухое и теплое время года [2].



Рис. 2. Закачка осадка в экспериментальную скважину полигона.

Периодически, из толщи отбираются конгломераты «ОСВ-ТБО» для контроля процесса биологического разложения.

Изучение пористо-фильтрационных характеристик массива ТБО позволяет совершенствовать технологию обработки осадков с использованием максимально возможного объема рабочей вместимости полигона. Наличие в отдельных фрагментах свалочных тел широкого спектра микроорганизмов-редуцентов, а также благоприятные фильтрационные характеристики (коэффициенты пористости, фильтрации и водонасыщения) способствуют переводу полигонов ТБО в многократно используемые биохимические реакторы комплексной обработки осадков сточных вод.

#### *Примечание*

1. Чертес, К. Л., Михайлов, Е. В., Тупицына, О. В., Малиновский, А. С. Утилизация осадков сточных вод на объектах размещения отходов // Экология и промышленность России. – 2008. – № 5. – С. 4-8.

2. Способ образования покрытий на накопителях отходов / Чертес К. Л., Быков Д. Е., Тупицына О. В., Радомский В. М., Колесников А. Г, Михайлов Е. В. Заявка на патент Рег. № 2006124064, дата поступления 04.07.2006, вход № 026100.

## **ПЕРЕРАБОТКА НЕФТЕШЛАМОВ**

*Назаров В. Д., Разумов В. Ю., Уфимский государственный нефтяной технический университет, г. Уфа*

*Аннотация. Наиболее перспективным направлением переработки нефтешламов является процесс выпаривания, с глубокой очисткой сточных вод и переработкой грунта, загрязнённого углеводородами. Такой подход позволяет производить мазут топочный марки М-100 ТУ 38.401- 58-74-93, а*

также сырьё для производства вязких нефтяных дорожных битумов ТУ 0258-113-00151807-2002 СБ 20/40., и почвогрунт имеющий практическую ценность благодаря наличию высокой концентрации азота, фосфора, гумуса, органических веществ.

## OIL-SLIMES PROCESSING

*Nazarov V. D., Razumov V. Ju., Ufa State Oil Technical University, Ufa;*

*Abstract. The most prospective way of oil-slimes processing is evaporating with integrated waste water treatment and hydrocarbon-polluted soil processing. This method enables to produce reduced fuel oil M-100 TU 38.401-58-74-93 as well as raw material for production of viscous asphaltic road oils TU 0258-113-00151807-2002 SB 20/40 and practically valued soil, having high concentration of nitrogen, phosphorus, humus and other organic matters.*

В России, как и во всём мире, существует проблема размещения и утилизации отходов. Отходы превращаются в проблему, представляющую реальную угрозу экологической безопасности Российской Федерации. На территории страны в отвалах и хранилищах накопилось около 80 млрд. тонн отходов. Это количество ежегодно увеличивается на 7 млрд. тонн., из которых утилизации подвергается не более 30% [1].

Площадь только под санкционированными полигонами (шламонакопителями, хвостохранилищами, золошлакоотвалами, терриконами) – составляет около 250 тыс. кв. м. Широко распространены несанкционированные свалки, суммарная площадь которых не известна. Они крайне отрицательно влияют на окружающую среду и вредно сказываются на земельных ресурсах, состоянии недр, растительности, отравляют подземные запасы воды и негативно влияют на её поверхностные источники, среде обитания животных, воздушную среду и др. И, конечно же, вредят здоровью человека, угрожая его жизни [2].

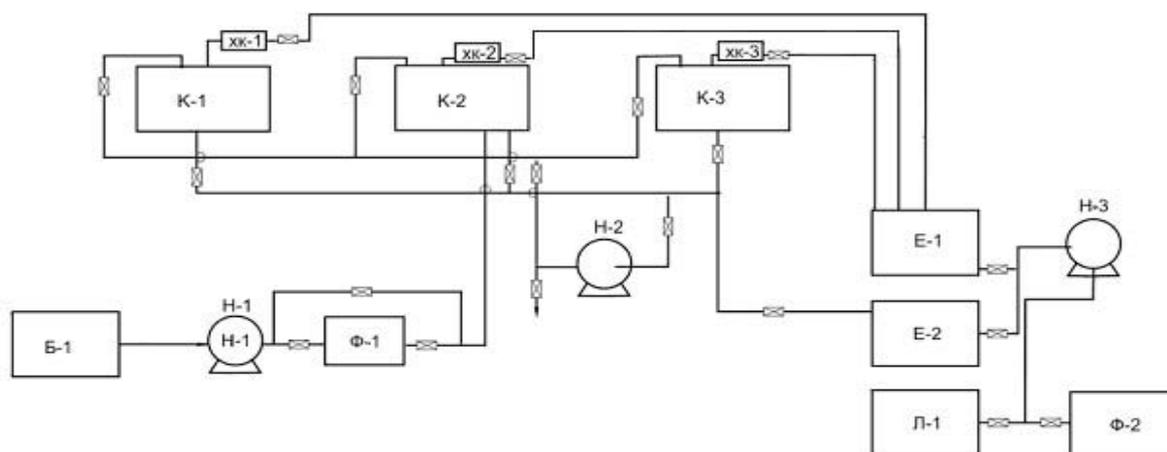
Одним из наиболее распространенных последствий производственной деятельности человека является загрязнение окружающей среды углеводородами нефти и продуктами их переработки. Вопрос борьбы с углеводородным загрязнением становится все более актуальным, особенно в России, где долгие годы решение экологических проблем было не на должном уровне. В результате образованы крупнотоннажные отходы агропромышленного и нефтехимического комплекса такие как, отходы содержания животных и птиц, буровые и нефтяные шламы, включающие в себя загрязненные углеводородами и опасными веществами грунт и воду [3].

Возникает необходимость в применении комплекса технологий для рекультивации загрязненных углеводородами и другими опасными веществами земель, а также земель, занятых под временное хранение отходов, нефтедобывающих и нефтеперерабатывающих предприятий.

С этой целью разработаны, и внедрены в городе Салават РБ технологии переработки нефтешлама и очистки сточных вод, позволяющие производить мазут топочный марки М-100 ТУ 38.401- 58-74-93, а также сырьё для производства вязких нефтяных дорожных битумов ТУ 0258-113-00151807-2002 СБ 20/40. На *рисунке 1* представлена принципиальная технологическая схема установки переработки нефтешлама методом отпарки воды и лёгких фракций углеводородов.

Производственный участок состоит из накопительных емкостей, общий объем которых, а так же характеристики теплоносителя зависят от расчетной производительности производства. Каждая емкость имеет систему подогрева. Необходимая по технологии температура регулируется.

Нефтешлам из рекультивируемого шламонакопителя забирается с помощью шестерёнчатого насоса, установленного на понтоне, с предварительным разогревом открытым паром в шламонакопителе. По достижении жидкотекучести в зоне забора нефтешлам подаётся по трубопроводу на перерабатывающий участок. Весь продукт складывается в приёмный бункер Б-1, имеющий подогрев из паровых змеевиков, по которым подаётся пар давлением 1,0 – 1,5 кг/см<sup>2</sup> и температурой 130 – 140 °С. На разогрев данного бункера возможно использование вторичного пароконденсата из испарительных емкостей. При достижении нефтешламом температуры 50 – 60 °С в бункере Б-1, продукт забирается насосом Н-1 и подаётся в фильтр Ф-1 для отделения механических примесей, после чего подаётся в испарительные ёмкости К-1, К-2, К-3, где происходит частичное отстаивание и дренаж воды в ёмкость Е-2. Дренированная вода подается на очистку в электрофлотатор.



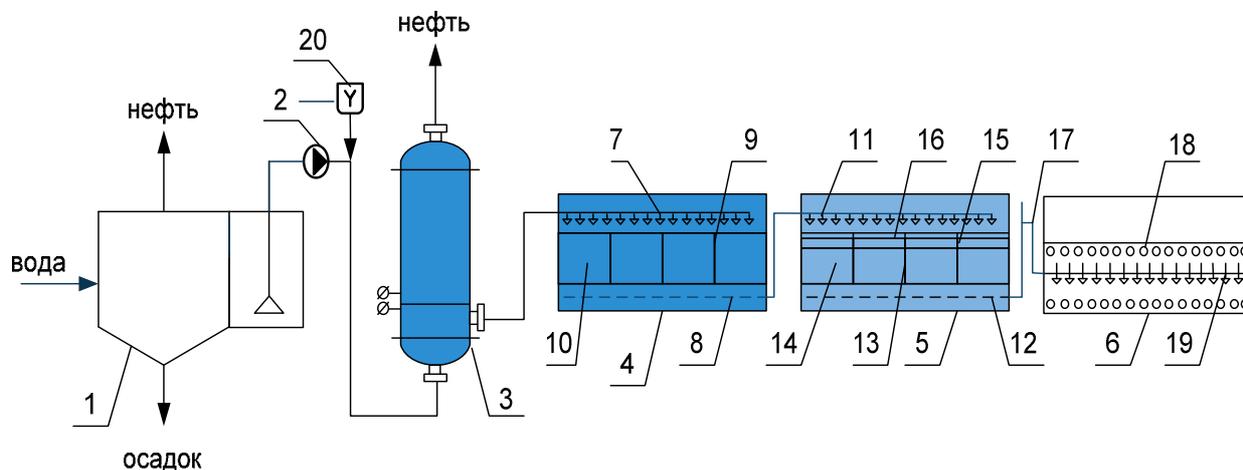
*Рис. 1.* Технологическая схема установки переработки жидких нефтешламов методом отпарки воды: 1 - (Б- 1) Приёмный бункер; 2 - (Н-1, Н-2, Н-3) Насосы; 3 - (Ф-1) Фильтры; 4 - (Ф-2) Электрофлотатор с гидрофобным коагулирующим фильтром; 5 - (К-1, К-2, К-3) Испарительные ёмкости; 6 - (ХК-1, ХК-2, ХК-3) Конденсаторы; 7 - (Е-1, Е-2, Л-1) Накопительные ёмкости.

Продукт в испарительных ёмкостях К-1, К-2, К-3 нагревается до температуры 100 – 104 °С. В момент прогрева нефтешлама до данной температуры вода, а так же лёгкие фракции углеводородов, присутствующие в данном продукте, испаряются и улавливаются в холодильнике-конденсаторе

ХК-1, ХК-2, ХК-3 (рекомендуется воздушный холодильник), регулируемый так, чтобы температура конденсата была 40 – 80 °С. Далее конденсат поступает в емкость Е-1, где происходит разделение воды и лёгких фракций углеводородов. Насосом Н-3 вода подается на очистку, а лёгкие фракции углеводородов складируют в ёмкость Л-1 для последующей переработки.

В испарительных ёмкостях нефтешлам разогревается паровыми нагревателями (змеевики) с температурой пара порядка 140 – 150 °С. При достижении продуктом 104 °С процесс обезвоживания закончен, пар на разогрев испарительных ёмкостей отключается, продукт скачивается насосом Н-2 потребителю. Температура пара на разогрев и выпаривание нефтешлама зависит от температуры вспышки исходного продукта. При выпарке легких нефтешламов не рекомендуется подача пара с температурой выше 150 °С, так как возможно закоксовывание паровых нагревателей и резкое уменьшение производительности испарителей. Для увеличения производительности возможна рециркуляция продукта в испарительных ёмкостях насосом Н-2, но это вызывает падение температуры продукта, что требует более интенсивный подвод теплоносителя. Для обеспечения пожарной безопасности в испарительных ёмкостях и в ёмкости Л-1 предусмотрена система тушения паром. Очистка сточных вод производится с достижением предельно допустимых концентраций загрязняющих веществ для сброса очищенных вод в водоемы рыбохозяйственного назначения (ПДК<sub>рх.</sub>), соответствующая концентрации углеводородов 0,05 мг/л.

Для решения поставленной задачи была разработана технологическая схема очистки сточных вод, представленная на *рисунке 2*.



*Рис. 2.* Технологическая схема очистки сточных вод: 1 – накопитель – отстойник; 2 – насосная станция; 3 – электрофлотатор; 4 – фильтр с гидрофобным углеродным материалом; 5 – медленный фильтр; 6 – фильтрующие траншеи; 7,11 – распределительная система; 8,12 – сборная система; 9 – касеты с фильтрующим материалом; 10 – углеродный материал; 13 – касеты с зернистой загрузкой; 14 – зернистый фильтрующий материал; 15 – активированный уголь.

Устройство работает следующим образом. Сточная вода, содержащая взвешенные вещества и нефтепродукты, накапливается в накопитель-отстойнике 1, где происходит осаждение взвешенных веществ. Частично

осветленная вода забирается насосной станцией 2 через водозаборное устройство, подается в электрофлотатор с гидрофобно-коалесцирующим фильтром. Извлеченные эмульгированные нефтепродукты отводятся из аппарата через верхний патрубок. Для увеличения эффекта очистки воды предусмотрено реагентное хозяйство 20, с помощью которого происходит подача коагулянта. Далее осветленная вода поступает в распределительную систему 7 фильтра 4. Вода равномерно распределяется по поверхности фильтрующей загрузки, заполняющей кассеты 9 фильтра. Фильтрующим материалом 10 является углеродный гидрофобный материал органического происхождения, например солома злаковых культур. Фильтрующий материал благодаря своим свойствам поглощает нефтепродукты. По истечении фильтроцикла кассеты извлекаются из фильтра, обезвоживаются, фильтрующий материал термически обезвреживается.

Кассеты изготавливаются из нержавеющей сетки кубической формы со стороны, равной 1м. Размер ячеек сетки равен 0,8x0,8мм.

Вода, очищенная от эмульгированных нефтепродуктов, самотечно подается в распределительную систему 11 медленного фильтра 5. На поверхности геомембраны образуется биологическая пленка, в которой происходят окислительные процессы, приводящие к уменьшению концентрации азотосодержащих соединений, нефтепродуктов, тяжелых металлов, вирусов и бактерий.

Слой гранулированного активированного угля 15, находящегося под геомембраной, выполняет роль катализатора окислительных процессов, а так же роль сорбента для извлечения растворенных углеводов, концентрация которых существенно превышает ПДК рыбохозяйственных водоемов.

Фильтроцикл медленных фильтров составляет 60-90 суток, после чего возможно извлечение и промывка геомембраны вне установки, а так же регенерация фильтрующей загрузки обратным током воды.

Высота слоя воды над геомембраной задается устройством 17 и поддерживается равной 5-10 см.

Окончательная очистка воды происходит в фильтрующих траншеях 6, в которые вода самотечно поступает через распределительную систему 19. Слой фильтрующее-поглощающей загрузки 18 располагают ниже уровня промерзания грунта так, чтобы фильтр мог эксплуатироваться любое время года. В фильтрующей загрузке происходит доочистка воды, после чего она самопроизвольно фильтруется в грунт. Количество фильтрующих траншей и их длина определяются из условия коэффициента фильтрации ненарушенного грунта и производительности установки.

Для очистки загрязненных углеводородами грунтов предлагается использовать разработанную, прошедшую промышленное испытание на полигоне ТБО в городе Самаре, технологию компостирования нефтешламов представленную на *рисунке 3*.

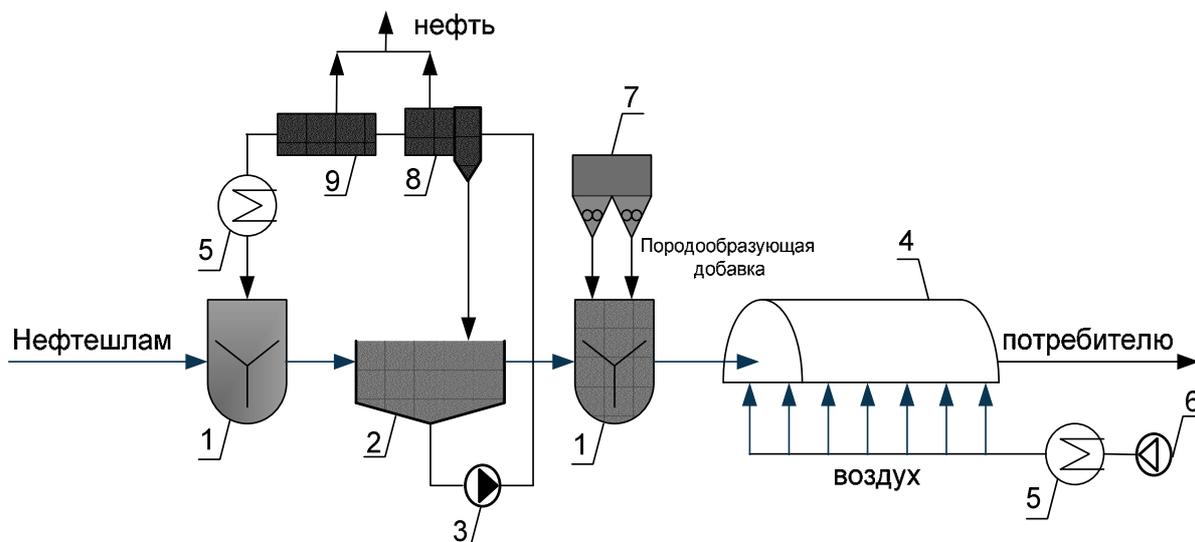


Рис. 3. Технологическая схема компостирования нефтешламов: 1 – смеситель; 2 – отстойник; 3 – дренажный насос; 4 – бурт; 5 – теплообменный аппарат; 6 – компрессор; 7 – бункер; 8 – отстойник-накопитель; 9 – гидрофобный фильтр.

Переработка нефтешламов осуществляется следующим образом:

Застарелый нефтешлам или замазученный грунт подаётся в смеситель 1, в который поступает раствор ПАВ от дозатора 11, подогретый до температуры 70С в теплообменном аппарате 12. В смесителе 1 происходит частичный отмыв нефтешлама от нефтепродуктов. Далее нефтешлам с раствором ПАВ подаётся в отстойно-разделительную ёмкость 2, оборудованную дренажной системой, с помощью которой водонефтяная эмульсия отделяется от твёрдой фазы и дренажным насосом 8 подаётся на разделение в расходно-накапительную ёмкость 9. Твёрдые взвешанные вещества отделяются от эмульсии в отстойной зоне ёмкости 9 и возвращаются отстойно-разделительную ёмкость 2. Водонефтяная эмульсия частично расслаивается в расходно-накапительной ёмкости 9, из которой отделившаяся нефть удаляется на утилизацию.

Очищенный раствор ПАВ возвращается в смеситель 1 после корректировки концентрации ПАВ дозатором 11 и подогрева в теплообменном аппарате 12. Частично очищенный, от нефтепродуктов нефтешлам подаётся в смеситель 3, в который поступает порообразующая органико-минеральная добавка с помощью дозатора 7.

В тоже время в полученной смеси не должно быть превышения предельно допустимых концентраций тяжелых металлов и бенз(а)пирена, установленных для почвогрунтов.

Полученная грунтоподобная смесь с помощью транспортера (на фиг. не указан) укладывается в бурты высотой до 3-х метров, шириной 5-6м. в тёплое время года ведётся аэрация бурта с помощью компрессора 6. Воздух подогревают до температуры 70 С теплообменным аппаратом 5. Подогрев бурта ведут до тех пор, пока тело бурта не разогреется до температуры 65 С, что свидетельствует о наступлении термофильного режима работы микрофлоры, после которого подогрев воздухом прекращают. Периодически желательно производить перемешивание бурта с помощью грейферного

механизма. О созревании бурта судят по остаточной концентрации нефтепродуктов, содержанию гумуса, наличию рассыпчатой структуры.

Полученный компостированием почвогрунт имеет практическую ценность благодаря наличию высокой концентрации азота, фосфора, гумуса, органических веществ. Область применения почвогрунта определяется остаточным содержанием нефтепродуктов. При концентрации нефтепродуктов порядка 1г/кг почвогрунт применяется для рекультивации отработанных карьеров и нарушенных земель. При концентрации нефтепродуктов до 0,3 г/кг почвогрунт применяется в качестве комплексного удобрения для выращивания технических, фуражных и бобовых культур, для газонов, парков, лесополос.

#### **Примечание**

1. Рекомендации парламентских слушаний «Проблемы нормативно-правового и технологического обеспечения обращения с отходами производства и потребления», Совет Федерации Федерального собрания РФ, 25 декабря 2009 г.

2. Торгово-промышленная палата РФ. Европейский опыт обращения с отходами производства и потребления. – М., 2010.

3. Назаров, В. Д., Аксёнов, В. И., Назаров, М. В. Водное хозяйство промышленных предприятий. Кн. 5. – М.: Теплотехник, 2010. – 361 с.

### **ОЦЕНКА ВРЕМЕНИ РЕАГИРОВАНИЯ ПАРАМЕТРОВ СЕТИ ВОДОСНАБЖЕНИЯ НА ИЗМЕНЕНИЕ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ НАСОСНОЙ СТАНЦИИ**

*Некрасов А. В., доцент, Уральский федеральный университет им. первого Президента РФ Б. Н. Ельцина, г. Екатеринбург*

*Аннотация. Рассмотрено нестационарное безнапорное течение в протяженных трубопроводах сетей водоснабжения. С помощью уравнений Сен-Венана произведена оценка времени реагирования параметров сети на изменение производительности насосной станции. Показано, что это время может в некоторых случаях достигать 10-20 минут, что следует учитывать при разработке алгоритмов автоматического управления насосами.*

### **RESPONSE TIME ESTIMATION OF WATER SUPPLY SYSTEM CHARACTERISTICS ON EFFICIENCY VARIATION AT PUMPING STATION**

*Nekrasov A. V., Associate professor, El'cin Ural Federal University*

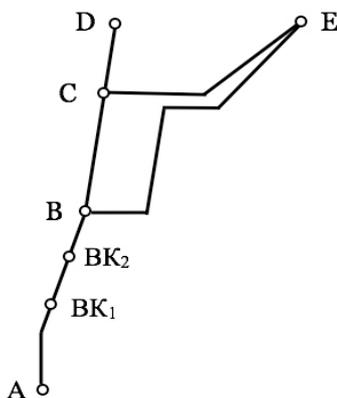
*Abstract. Considered is the nonsteady voluntary flow in extensive pipelines of water supply systems. Using Sen-Venan equations conducted is the response time estimation of water supply system characteristics on efficiency variation at pumping station. Shown is the time can reach 10-20 minutes and it should be considered when developing the algorithm of pump automatic control.*

Все задачи, возникающие при моделировании сетей водоснабжения и водоотведения, с точки зрения гидравлики можно разделить на четыре группы: стационарные течения в напорных трубопроводах; нестационарные быстро изменяющиеся переходные процессы (типа гидравлических ударов) в напорных трубопроводах; стационарные безнапорные течения в сетях водоотведения; нестационарные медленно изменяющиеся течения в сетях водоотведения.

Задачи каждой группы описываются своими математическими соотношениями. В первом случае это уравнения баланса расходов и механической энергии в интегральном виде; во втором – система дифференциальных уравнений неразрывности и Навье-Стокса. Стационарные безнапорные потоки рассчитывают с использованием обыкновенных дифференциальных уравнений неравномерного течения, а в простых случаях даже с помощью уравнения Шези. Наиболее сложными являются задачи четвертого типа, для решения которых применяется система нестационарных дифференциальных уравнений Сен-Венана (уравнения «мелкой воды»). С их помощью часто решаются и задачи третьего типа, при бесконечно большом времени развития процесса. В связи существенно различающимися методами решения указанных задач приходится использовать и различное программного обеспечение, которое позволяет решать практически все гидравлические задачи, возникающие при эксплуатации сетей. Тем не менее, практика показывает, что найти ответы на некоторые вопросы с использованием стандартных подходов не удастся. Одна из таких задач рассматривается ниже.

При проведении работ по реконструкции насосной станций сети водоснабжения одного из городов Свердловской области, предполагающей, в частности, установку системы автоматического регулирования ее параметров, возник вопрос об определении времени реагирования сети на изменение режима работы насосов, что необходимо для разработки алгоритма управления.

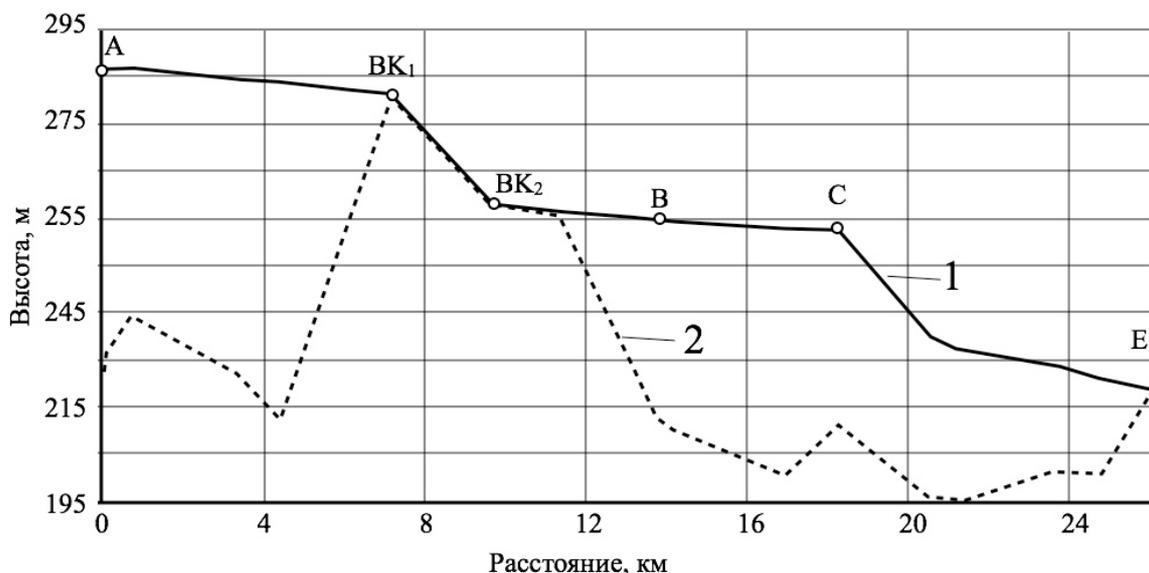
Опыт эксплуатации сети показывает, что это время может достигать 15-20 минут. Именно через такой промежуток времени после изменения положения регулирующей задвижки насосной станции происходит изменение давления в диктующей точке сети. С целью выяснения причин данного явления нами была построена математическая модель сети, с помощью которой ее работа проанализирована как в стационарных, так и при переходных режимах. Общее представление о конфигурации моделируемой сети дает *рис. 1*.



*Рис. 1.* Расчетная схема сети.

Как видно, расчетная схема весьма простая. Источником водоснабжения является насосная станция (т. А), которая подает воду в два параллельных трубопровода длиной около 14 км с диаметрами 1000 мм. Водоводы соединяются друг с другом перемычкой в т. В. Трубопроводы проложены в резко пересеченной местности, вследствие чего перепад высот по их длине достигает 72 м. Во избежание образования вакуума внутри водоводов на них установлены несколько воздушных клапанов (ВК). Подача насосной станции составляет приблизительно 3000 м<sup>3</sup>/час. Водопотребление между т. А и т. В отсутствует. Потребители рассматриваемой зоны, забирают не более 35% воды. Остальная ее часть поступает в резервуары, расположенные в т. Е, из которых вода подается в другие районы города. Узел, по напору в котором предполагается осуществлять регулирование, расположен в т. С.

Наблюдения показывают, что изменение напора в течение суток в данной сети достаточно типично: в часы наименьшего водопотребления (ночь и раннее утро) напор максимальный; увеличение водопотребления в дневные и вечерние часы приводит к его снижению. Значение коэффициента неравномерности достигает 1,5. Важно то, что при этом напор и подача насосной станции практически не меняются. Уровень воды в резервуарах (т. С) изменяется в пределах полуметра, т. е. достаточно стабилен и не оказывает существенного влияния на работу сети. С целью достижения адекватности модели проведены измерения давлений в отдельных точках сети и расходов в некоторых водоводах. С использованием этих данных выполнена калибровка модели, позволившая уточнить гидравлические сопротивления трубопроводов и величины узловых отборов. На *рисунке 2* представлен расчетный пьезометрический график для цепи трубопроводов А–В–С–Е (см.: *рис. 1*), соответствующий среднему водопотреблению.



*Рис. 2.* Пьезометрический график: 1 – гидростатический напор, 2 – высотные отметки узлов.

Как видно, в точке ВК<sub>1</sub> (наивысшая точка), где установлен воздушный клапан, гидростатический напор совпадает с высотной отметкой, т. е. клапан

открыт. Расчеты, выполненные с учетом суточной неравномерности водопотребления, показали, что избыточное давление в т. ВК<sub>1</sub> отсутствует при всех режимах. Именно этим и объясняется стабильность режима работы насоса.

Расчеты также показали, что на протяжении приблизительно 2,5 км между воздушными клапанами ВК<sub>1</sub> и ВК<sub>2</sub> (см.: рис. 3) должно иметь место безнапорное течение. Его моделирование при изменении режима работы насоса (например, при изменении положения регулирующей задвижки) традиционными методами невозможно. В связи с этим для расчета этого потока мы использовали систему уравнений Сен-Венана:

$$\frac{\partial Q}{\partial x} + \frac{\partial(S + S_0)}{\partial t} = 0,$$

где Q – расход, S – площадь живого сечения потока, S<sub>0</sub> – площадь свободного сечения водовода, y – глубина потока, i – геометрический уклон, i<sub>f</sub>

$$\frac{\partial Q}{\partial t} + \frac{\partial\left(\frac{\beta Q^2}{S}\right)}{\partial x} + gS\left(\frac{\partial y}{\partial x} + i + i_f\right) = 0,$$

– гидравлический уклон, β – коэффициент Буссинеска, g – ускорение свободного падения.

Выполнялось моделирование течения в цепи ВК<sub>1</sub>– ВК<sub>2</sub> – В. С целью определения времени реагирования системы на изменение режима работы насоса на вход моделируемого трубопровода подавали поток с переменным расходом и рассчитывали его изменение по длине рассматриваемой цепи. Результаты моделирования представлены на рис. 3.

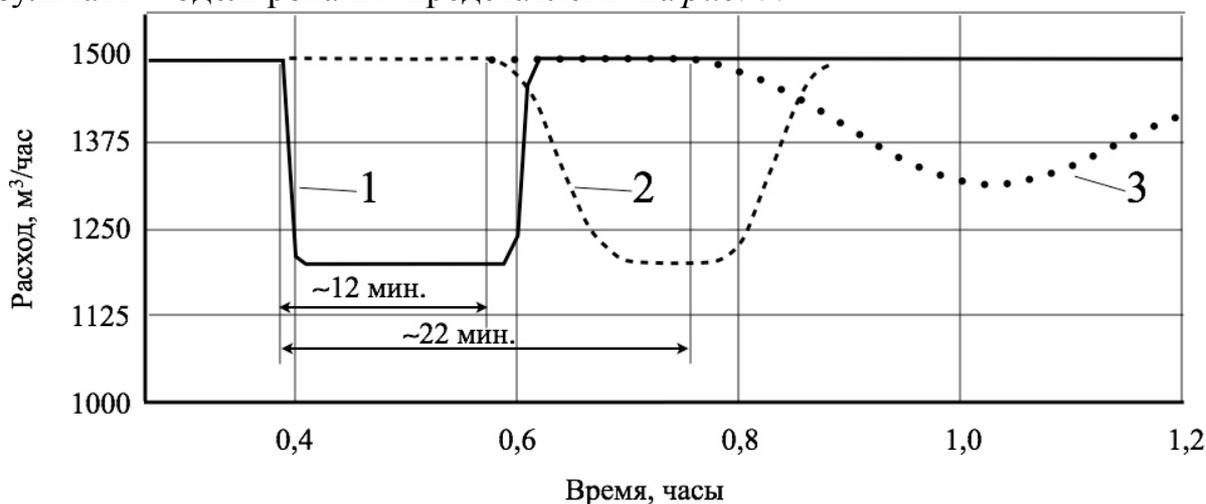


Рис. 3. Изменение расхода по длине водовода: 1 – сечение ВК<sub>1</sub>, 2 – сечение ВК<sub>2</sub>, 3 – сечение В.

Как видно, в сечении ВК<sub>2</sub>, расположенном на расстоянии 2,5 км вниз по течению от ВК<sub>1</sub>, уменьшение расхода начинается приблизительно через 12 мин. после подачи возмущающего воздействия в сечении ВК<sub>1</sub>. Сечение В расположено на расстоянии около 6 км от ВК<sub>1</sub>. В нем изменение расхода начинается приблизительно через 22 мин. после подачи возмущения. За т. В течение всегда напорное, поэтому возмущение распространяется далее

практически мгновенно. Данные оценки времени реагирования сети на изменение производительности насоса оказываются весьма близки к наблюдаемым значениям.

Таким образом, наличие в сети протяженных участков с безнапорным течением воды может приводить к существенному возрастанию времени реагирования ее параметров на изменение производительности насосов. Это время можно оценить с помощью уравнений Сен-Венана.

## **СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ОЧИСТКИ ПРИРОДНЫХ ВОД: ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ РЕШЕНИЯ**

*Обжирова С. А., начальник химико-аналитической лаборатории ООО  
«Кванта +», г. Тюмень*

*Аннотация. Отражены основные проблемы использования мембранных установок при очистке воды. Предложены пути решения вопроса утилизации большого объема промывной воды после ионообменных систем, содержащей значительные концентрации хлоридов, солей жесткости, железа и марганца, путем внедрения различных схем с полной или частичной рециркуляцией, а также использованием эффективной предподготовки, позволяющей многократно снизить количество промывок мембранных элементов.*

## **MODERN TECHNOLOGIES FOR WATER PURIFICATION: PROBLEMS AND SOLVING PROSPECTS**

*Obzhirova S. A., Head of chemico-analytical laboratory LLC «Kvanta+», Tyumen*

*Abstract. The paper deals with the main problems of membrane equipments utilization in water purification process. Presented are the ways to utilize large amount of scourage after ion-exchange systems, containing considerable concentrations of chlorides, hardness salts, ferrum and manganese by means of introduction of different schemes with full or partial recirculation as well as the utilization of effective forepreparation enabling to reduce the number of diaphragm elements scouring manifold.*

Одним из наиболее остро встающих в последнее время вопросов при разработке каких-либо технологий очистки воды является экологичность. Поясню, о чем идет речь. Например, широко используемые, в том числе и нашей компанией, для умягчения воды и попутного удаления соединений железа и марганца ионообменные системы регенерируются раствором поваренной соли. Использованный раствор необходимо каким-то образом утилизировать. Промывные воды после ионообменной системы содержат значительные концентрации хлоридов, солей жесткости, железа и марганца (до 15-20 граммов NaCl на 1 л промывных вод). При сбросе таких промывных вод в биосептики (очень часто встречаются в загородных домах, на отдельно

взятых объектах типа баз отдыха, спорткомплексов и т.д.) отмечается всплытие активного ила и/или его низкая способность к осаждению, в некоторых случаях отмечается и гибель микроорганизмов. При сбросе данных промывных вод на рельеф будет наблюдаться постепенное засоление почвы. Остается вариант какой-либо предочистки, что, несомненно, ведет к увеличению затрат и усложнению технологической схемы. Кроме того, затраты на поваренную соль составляют значительную часть от стоимости обслуживания водоочистного оборудования.

Еще один пример – высокотехнологичный сегмент водоочистного оборудования – мембранные установки. Ультра-, нанофильтрационные и установки обратного осмоса позволяют получать воду различного качества, но при этом одной из проблем также остается сброс достаточно большого по отношению к объему очищенной воды объема промывных вод (так называемого концентрата). Это не совсем рационально. Кроме того, еще одним аспектом, заставляющим задуматься, является применение для промывки мембранных элементов кислотных и щелочных растворов, которые после использования необходимо каким-то образом утилизировать.

Но не все так печально. Поиск оптимальных и к тому же экологически верных решений, позволяющих получить воду требуемого качества, непрерывно ведется специалистами компании «Кванта+» в плотном сотрудничестве с коллегами из США и Европы.

Например, в настоящее время отрабатывается технология применения так называемой «арагонитовой» смолы как альтернативы ионообменных смол. Данная загрузка позволяет без использования каких-либо регенерационных растворов достаточно эффективно предотвращать накипеобразование за счет изменения структуры солей жесткости, имеющих в обрабатываемой воде. Широкое распространение данного материала пока сдерживается достаточно высокой его стоимостью, но поиски продолжаются.

Проблема со сбросом большого объема воды при использовании мембранных установок уже сейчас достаточно успешно решается нашими специалистами путем внедрения различных схем с полной или частичной рециркуляцией, а также использованием эффективной предподготовки, позволяющей многократно снизить количество промывок мембранных элементов. Вообще хочу сказать – любые новшества, будь то использование новых загрузок или внедрение каких-то принципиально новых технологических решений, предварительно нужно опробировать на пилотных испытательных установках, просчитать все возможные «+» и «-», и только затем выпускать, что называется, «в жизнь».

Именно поэтому мы призываем всех специалистов, которые занимаются водоочисткой, кому небезразлично состояние экологии нашего региона и России в целом, для кого рациональное использование водных ресурсов не пустой звук – давайте объединим усилия в поиске не только эффективных, но и экологичных технологий, давайте придумывать и внедрять новое, реанимировать незаслуженно забытые способы очистки. Ведь как бы банально это не звучало: «Вода – наше богатство», но это богатство не безгранично.

# ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ PIPELINE DESIGNER: ТЕПЕРЬ СДЕЛАТЬ ДЕТАЛИРОВКУ УЗЛА ТАК ЖЕ ПРОСТО, КАК СОБРАТЬ КОНСТРУКТОР

Орешина Е. Е., ООО «ТСТ», г. Екатеринбург; Ерофеев Е. А., ТюмГАСУ, г. Тюмень

*Аннотация. В статье приводится описание программы PIPELINE DESIGNER, с помощью которой можно быстро и просто разработать узел систем водо- и газоснабжения.*

## SOFTWARE PIPELINE DESIGNER: TO MAKE ASSEMBLY DETAILED DRAFTING AS EASY AS ASSEMBLE A CONSTRUCTION SET

Oreshina E. E., LLC «TST», Ekaterinburg; Erofeev E. A., TSUACE, Tyumen

*Abstract. The paper deals with the description of PIPELINE DESIGNER software promoting to develop fast and easily the assembly of water-supply and gas-supply systems.*

Внедрение инновационных технологий в отрасли инженерных систем водо- и газоснабжения выявило необходимость в своевременном пополнении технической информации. В связи с этим в 2010 г. компания «ТСТ» выпустила специальное издание «Альбом технических решений. Водоснабжение» (см.: рис. 1), в котором были рассмотрены различные варианты компоновки узлов, предусматривающие новейшие способы монтажа с применением передовых технологий. Это издание вызвало большой интерес у сотрудников проектных и строительных организации, кроме того, оно получило массу положительных отзывов от преподавателей ведущих вузов Свердловской и Тюменской областей.

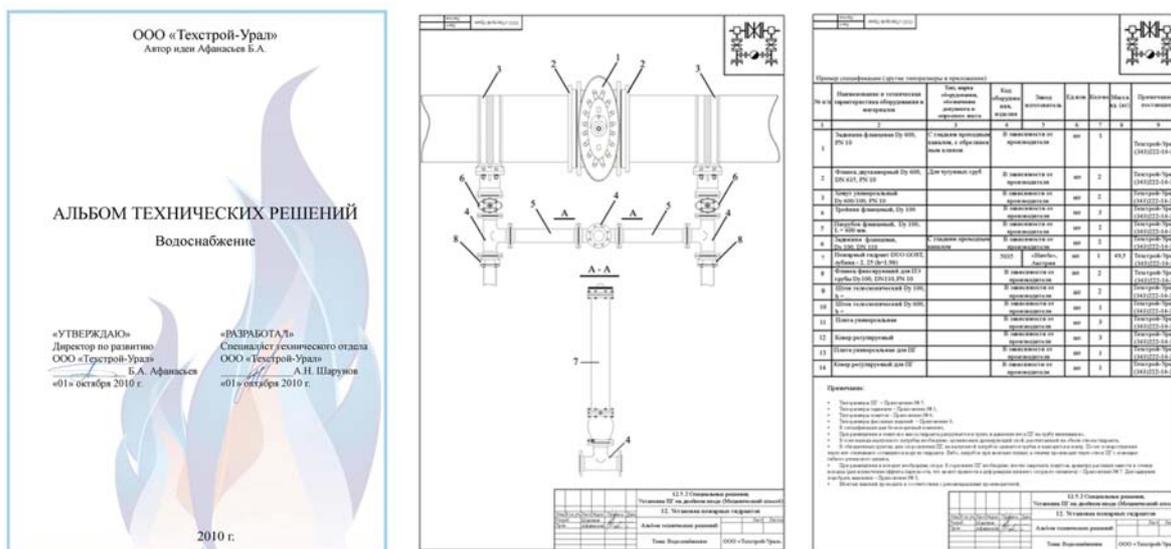


Рис. 1. Альбом технических решений.

Успех альбома еще раз подтвердил дефицит технической информации в отрасли и послужил толчком к созданию универсального программного обеспечения для проектирования узлов сетей водо- и газоснабжения.

PIPELINE DESIGNER – единственное в своем роде программное обеспечение, объединившее знания и опыт крупнейших мировых производителей, проектных и строительных организаций (см.: рис. 2). Оно позволяет детально рассмотреть компоновку конкретного узла и выбрать возможные альтернативы замены его элементов.

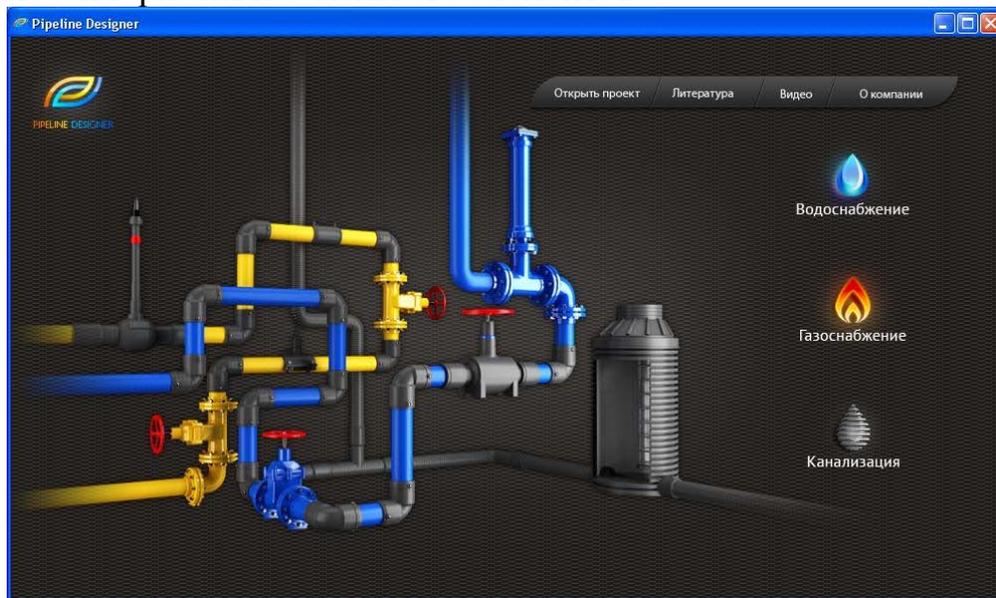


Рис. 2. PIPELINE DESIGNER.

В программе предусмотрена обновляемая информационная база, которая позволит пользователю всегда быть в курсе последних достижений в области проектирования и строительства инженерных систем водо-, газоснабжения и канализации. База включает в себя нормативы, чертежи, справочную литературу, каталоги продукции известных производителей.

Программа содержит полный перечень элементов различных типоразмеров, необходимых для построения узла. При проектировании нужный размер детали подбирается автоматически. Таким образом, с помощью программы можно определить реальные размеры проектируемого узла и оценить возможность его размещения в камере или колодце. В процессе компоновки ведется автоматическое заполнение спецификации, которая оставляет за пользователем возможность ее редактирования.

Благодаря обратной связи, полученной от ведущих специалистов в области проектирования и монтажа инженерных сетей, в рамках доработки программного обеспечения, осуществлена возможность конвертирования проектируемого узла в формат, совместимый с форматом программы AutoCad. Это существенно облегчает процесс детализации инженерных сетей (рис. 3).

Подводя итог, можно смело сказать, что мы считаем продукт, представленный компанией «ТСТ», важной и необходимой разработкой, с помощью которой процесс проектирования станет более оптимизированным, а выполняемые детализации – гораздо более точными.

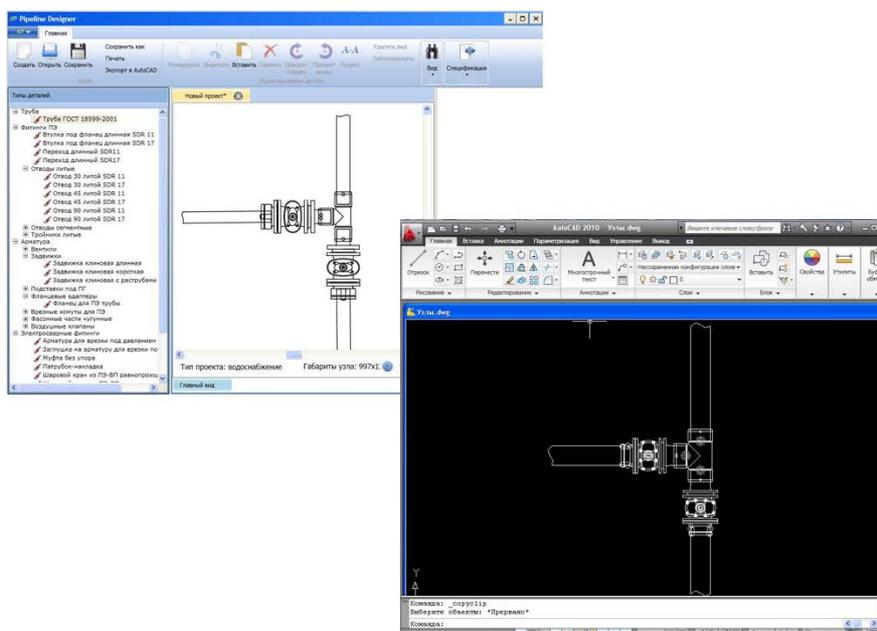


Рис. 3. Преобразование в AutoCAD.

## ОСНОВНЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ СИСТЕМЫ ВОДОСНАБЖЕНИЯ

*Осипова Е. Ю., Томский государственный архитектурно-строительный университет, г. Томск*

*Аннотация. Точность определения основных показателей системы водоснабжения играет важную роль при планировании деятельности любого водопроводно-канализационного хозяйства. К таким показателям относятся: объемы реализованной воды, потерь и неучтенных расходов, собственного потребления станции очистки, поднятой воды.*

## WATER-SUPPLY SYSTEM KEY INDICATORS

*Osipova E. Ju., Tomsk State University of Architecture and Civil Engineering, Tomsk*

*Abstract. Evaluation precision of water-supply key indicators is important in any plumbing services planning. The indicators are: distributed water, leakages and neglected expenses, own utilization of a treatment plant, rising water.*

Водоснабжение населенных пунктов в районах Томской области базируется, в основном, на артезианской воде. Согласно нормативным документам, существуют локальные и централизованные системы водоснабжения.

Централизованная система коммунального водоснабжения представляет собой комплекс инженерных сооружений населенных пунктов для забора, подготовки, транспортировки и передачи абонентам питьевой воды и эксплуатируется в городах.

Локальные системы водоснабжения осуществляют забор воды из отдельных скважин и транспортировку воды по схеме, и характерны для малых населенных пунктов.

В целом, на предприятиях водопроводно-канализационного хозяйства (ВКХ), система водоснабжения включает следующие стадии:

1. подъем воды артезианскими насосами типа ЭЦВ производительностью от 6,3 – 63 м<sup>3</sup>/ч в водонапорные башни;
2. очистка воды (не на всех предприятиях);
3. транспортирование воды под напором водонапорных башен (или от насосных станции II подъема).

По имеющимся данным муниципальными предприятиями и сельскими администрациями эксплуатируется большая часть оборудования (скважин, башен, сетей водопровода).

К основным показателям систем водоснабжения относятся:

1. объемы реализованной воды сторонним потребителям:
  - 1.1. населению;
  - 1.2. бюджетным организациям;
  - 1.3. прочим предприятиям.

Объем реализованной воды каждой группы потребителей складывается из объемов, отпускаемых по индивидуальным приборам учета и по утвержденным нормативам водопотребления. Для расчета объема воды, отпускаемого по приборам учета, собираются фактические данные за три последних года. Объем воды, отпускаемый по нормативам, рассчитывается.

2. Объем воды для собственного потребления предприятия. Этот объем включает в себя потребление воды собственными котельными, административными зданиями, столовыми, гаражами и определяется расчетом.

3. Суммарный объем реализованной воды включает объемы для сторонних потребителей и собственного потребления.

4. Объем потерь и неучтенных расходов воды, рассчитываемый по «Методике определения неучтенных расходов и потерь воды в системах коммунального водоснабжения» (Приказ Министерства промышленности и энергетики РФ от 20.12.2004 г., № 172), который включает:

- 4.1. Неучтенные полезные расходы (технологические, организационно-учетные);
- 4.2. Потери воды из водопроводной сети и емкостных сооружений (утечки воды из водопроводной сети и емкостных сооружений, потери воды за счет естественной убыли);

Фактические потери и неучтенных расходы воды в некоторых системах холодного водоснабжения, в настоящее время, достигают до 50% от объема поданной воды в сеть.

5. Объем поданной воды в сеть населенного пункта определяется как сумма объемов реализованной воды и потерь и неучтенных расходов воды.

6. Объем поднимаемой воды определяется расчетом как сумма объема воды, поданная в сеть населенного пункта и объема собственного потребления

станцией очистки воды (если она есть). В случае ее отсутствия, объем поднимаемой воды и поданной в сеть, одинаков.

7. Объем потребляемой электроэнергии можем рассчитываться исходя из времени работы электрооборудования (насосные станции первого и второго подъемов, насосы станции очистки воды, оборудование для обогрева павильонов скважин, освещение).

В настоящее время уделяется большое внимание энергосберегающим мероприятиям, направленным на сокращение потребления электроэнергии, переоборудованию систем водоснабжения и оснащению их счетчиками воды на всех стадиях производства воды: подъем (скважины); очистка воды (станция водоподготовки, насосная станция второго подъема); 3. транспортирование воды (у абонентов).

В итоге каждый из основных перечисленных показателей системы водоснабжения оказывает решающее влияние на экономическую деятельность предприятия, и могут увеличивать или уменьшать себестоимость воды.

Для более точного и обоснованного расчета и планирования технико-экономических показателей (тарифа на воду) системы водоснабжения, необходимо иметь фактические и расчетные данные, анализировать предшествующие и настоящие основные показатели системы водоснабжения (следить), чтобы вовремя предусмотреть необходимые мероприятия.

## **ОЦЕНКА ЗАРАЖЕННОСТИ КАРПОВЫХ РЫБ *OPISTHORCHIS FELINEUS* В ВОДОЕМАХ ГОРОДА ТЮМЕНИ КАК ФАКТОРА, ВЛИЯЮЩЕГО НА ЗДОРОВЬЕ НАСЕЛЕНИЯ**

*Плеханова В. В., инженер, Тюменский госуниверситет, г. Тюмень*

*Аннотация. В ходе многолетних гельминтологических исследований, имеющих важное эпидемиологическое значение, определена зараженность карповых рыб *Opisthorchis felineus* в водоемах города Тюмени. Изучена возрастная и сезонная динамика инвазированности рыб паразитом.*

## **THE INFESTATION ESTIMATING OF CAPR FISH BY *OPISTHORCHIS FELINEUS* IN TYUMEN BASINS AS INFLUENCE TO POPULATION HEALTH**

*Plechanova V. V., Engineer, Tyumen State University, Tyumen*

*Abstract. In the course of long-term helminthological research with epidemiological significance defined is carp infestation by *OPISTHORCHIS FELINEUS* in Tyumen basins. Studied is the age and seasonal dynamics of fish parasite infestation.*

Водная среда г. Тюмени представлена различными водными объектами, экологическое состояние которых регулярно отслеживается. Однако в системе

экологического мониторинга за водоемами отсутствует контроль за паразитологической ситуацией в них.

Паразитологический анализ ихтиофауны городских водоемов имеет очень важное значение, в связи с тем, что рыба служит источником заражения населения опасными для здоровья гельминтами. Проблема инвазированности населения личинками описторхиса остаётся достаточно напряженной и не снижает своей актуальности на протяжении ряда десятилетий.

Ежегодно среди жителей г. Тюмени регистрируется более 2000 впервые выявленных больных. С 2000 г. удельный вес этого заболевания увеличивался с 32% до 53% в 2010 г. и постепенно снижался до 34% в 2011 г. Показатели заболеваемости описторхозом в 2011 г. среди жителей г. Тюмени снизились на 22% (по сравнению с 2010 г.) и составили в абсолютных числах 2837 человек против 3665 человек в 2010 г. Заболеваемость регистрировалась во всех возрастных группах. Однако, не смотря на снижение заболеваемости, показатель инвазированности населения остаётся достаточно высоким [1, с. 181]. Высокий показатель заболеваемости данным гельминтозом определяется наличием обширного круга промежуточных и дефинитивных хозяев, которые обеспечивают циркуляцию возбудителей инвазии в природных биоценозах, в связи с чем углубленные исследования степени инвазированности хозяев паразитами особенно актуальны в условиях интенсивного любительского и спортивного рыболовства.

Водоемы г. Тюмени относятся к числу наименее изученных по вопросу природной циркуляции гельминтов. По сведениям литературы единичные исследования по определению инвазированности промежуточных хозяев *Opisthorchis felineus* были проведены лишь на озере Кривое, расположенном в пойме р. Тура. Стационарные наблюдения на данном водном объекте за период исследований с 1986 по 1995 гг. позволили установить, что максимальный показатель зараженности карповых рыб составил  $46,6 \pm 7,5$  [2, с. 100-103].

Сведения по инвазированности карповых рыб *Opisthorchis felineus* очень скудны. В связи с чем проведенные нами исследования на предмет определения роли рыб в циркуляции популяции гельминта являются достаточно актуальными. В ходе наших исследований (2004-2011 гг.) методом неполного гельминтологического вскрытия были изучены 8409 экз. карповых рыб разных возрастных групп на 4 водоемах города (озера Кривое, Андреевское, Липовое, пруд Чистый). Сбор и обработка материала проводили по общепринятым методикам [3, с. 50].

В результате исследования мышечной ткани карповых рыб из городских водоемов, было выявлено следующее. В популяциях как плотвы, так и верховки обнаружены личинки исследуемого нами гельминта. Общая зараженность плотвы личинками описторхиса была равна значению – 18,8% с показателем средней интенсивности инвазии – 0,3, при максимуме 5 особей в одной рыбе. Для верховки отмечены наиболее статистически достоверно низкие по сравнению с плотвой показатели инвазированности рыб описторхисом (12,5%). Анализ экстенсивности инвазии между популяциями плотвы и верховки показал статистические достоверные различия (см.: табл. 1).

Таблица 1

Инвазированность карповых рыб *Opisthorchis felineus* в водоемах г. Тюмени

Вид паразитов	Плотва (n - 4636)			Верховка (n - 3773)		
	Кол-во инвазир.	ЭИ, %	СИИ	Кол-во инвазир.	ЭИ, %	СИИ
<i>Opisthorchis felineus</i>	608	18,8±10,6*	0,3	318	12,5±10,4	0,2

\* *Примечание:* статистически достоверные отличия с популяцией верховки, при  $P < 0,05$

Ведущую роль в эпизоотическом процессе принадлежит плотве, как наиболее распространенному виду. Кроме того, она достигает более крупных размеров по сравнению с верховкой, что увеличивает вероятность проникновения личинок паразитов в организм хозяина.

Кроме того, нами впервые проведена работа по изучению динамики распределения инвазии *Opisthorchis felineus* в различных возрастных группах второго промежуточного хозяина в городских водоемах.

Полученные результаты показывают увеличение количества инвазированных личинками описторхисов рыб с возрастом у всех обследованных видов. Инвазированность сеголеток плотвы достигла значения  $19,6\% \pm 16,3$ , трёхлеток –  $18\% \pm 9,7$  и у рыб пятого года жизни составила  $27\% \pm 7,1$ . У верховки данный показатель был равен  $6\% \pm 11,6$ ,  $16\% \pm 6,6$ ,  $17\% \pm 5,6$  соответственно. Для получения наиболее полной и достоверной картины по зараженности карповых рыб личинками исследуемого гельминта, был сделан анализ инвазированности рыб на каждом из водоемов в отдельности.

В ходе исследований проведен анализ возрастной динамики зараженности карповых рыб личинками описторхиса, который выявил следующие результаты (см.: табл. 2).

Таблица 2

Возрастная динамика зараженности карповых рыб *Opisthorchis felineus* в водоемах г. Тюмени (ЭИ, %)

Возраст рыбы	Плотва				Верховка			
	Озеро Кривое	Озеро Андреевское	Озеро Липовое	Пруд Чистый	Озеро Кривое	Озеро Андреевское	Озеро Липовое	Пруд Чистый
+0	9,0	27,0	0	23,0	5,0	5,0	0	8,0
+1	16,0	23,0	0	17,0	15,0	4,0	0	9,0
+2	16,0	17,0	0	0	28,0	4,0	0	0
+3	22,0	19,0	0	12,0	28,0	3,0	0	0
+4	24,0	10,0	0	12,0	24,0	0	0	0
+5	20,0	35,0	0	23,0	17,0	0	0	0

В популяции плотвы на озере Кривое показатель экстенсивности инвазии личинками *Opisthorchis felineus* варьировала в пределах 9-24%, причем следует отметить, что у рыб самой старшей возрастной группы данный показатель был ниже по сравнению с рыбами третьего и четвертого года жизни. У верховки из данного озера зараженность личинками описторхиса достигла максимального значения у рыб трехлетнего возраста. Показатель ЭИ личинками описторхисов в популяции верховки ниже по сравнению с таковым у плотвы.

В популяциях плотвы из озера Андреевского и пруда Чистый показатель возрастной динамики инвазированности был в несколько раз больше по сравнению в верховкой. Тогда как у рыб из озера Липовое личинок данного паразита обнаружено не было. Исследования сезонной динамики зараженности рыб паразитами показывают, что пик и интенсивность инвазированности рыб отмечается в период высоких температур (июль-август), когда наблюдаются активный выход церкарий из первого промежуточного хозяина и проникновение их в рыб. Выполнив общий анализ инвазированности карповых рыб личинками описторхиса в водоемах г. Тюмени, выявлено, что наиболее неблагоприятная эпизоотическая ситуация по зараженности рыб паразитом, вызывающими описторхоз, наблюдается в озерах Кривое, Андреевское и пруду Чистый, рыба из озера Липовое свободна от личинок *Opisthorchis felineus*. Кроме того, выявлено, что основным источником инвазии, опасным для здоровья населения, являются рыбы более старших возрастных групп.

Таким образом, необходимо отметить, что при осуществлении любительского рыболовства на водоемах города необходимо учитывать вид выловленной и используемой в пищу рыбы, а также сезонную составляющую.

#### **Примечание**

1. Доклад «О санитарно-эпидемиологической обстановке в Тюменской области в 2011 году». – Тюмень, 2012.

2. Фаттахов, Р. Г. Динамика паразитофауны рыб в водоемах г. Тюмени // Проблемы взаимодействия человека и природной среды. – Тюмень, 2001. – Вып. 2. – С. 100-103.

3. Быховская-Павловская, И. Е. Паразиты рыб. Руководство по изучению. – Л.: Наука, 1985. – 121 с.

### **ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЕ СЕТИ ВОДОСНАБЖЕНИЯ И ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ «УМНОГО ДОМА» В ИРКУТСКОЙ ОБЛАСТИ. РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ СИСТЕМ**

*Поспелова И. Ю., к.т.н., доцент; Андропова Е. О., студент, Иркутский государственный технический университет, г. Иркутск*

*Аннотация. В статье описываются особенности систем интеллектуального дома в Иркутской области и приведен пример существующего и успешно функционирующего дома с интеллектуальными технологиями. Также приведены предложения авторов для улучшения функциональных возможностей инженерных сетей «умного дома» с позиции архитектурных решений, теплоэффективных конструкционных решений, оптимизации сетей водоснабжения и теплоснабжения, а также систем управления энергосберегающими и энергопотребляющими элементами.*

### **SMART WATER-SUPPLY AND HEATING SYSTEMS OF «SMART HOUSE» IN IRKUTSK REGION. RECOMMENDATIONS TO SYSTEMS EFFICIENCY INCREASING**

*Pospelova I. Ju., PhD (Technical Sciences), Associate professor; Andronova E. O., undergraduate, Irkutsk State Technical University, Irkutsk*

*Abstract. The paper deals with the features of smart house systems in Irkutsk region by the example of the existent and well-operating house with smart technologies. Given are the authors' suggestions for improving the engineering functionality of Smart House systems from the point of architectural solutions, heat-efficient constructing solutions, optimization of water-supply systems and heating, as well as energy-efficient control systems and energy consuming elements.*

Комфорт всегда был одним из двигателей прогресса, заставляя человеческую мысль изобретать все новые и новые приспособления для облегчения собственной жизни. Шло время, и в жизни человека появились радио, телевидение, различные бытовые приборы и инженерные системы, сложность которых от года к году только возрастала. Все эти устройства отлично справлялись с той функцией, которая на них возлагалась – они приносили в быт все больше комфорта, а также сокращали время, которое ранее затрачивалось на выполнение рутинных действий.

В современной ситуации элементы комфортабельного быта совмещают в себе функцию энерго- и ресурсосбережения, в ситуации, когда контроль за потреблением водных, тепловых и энергетических ресурсов максимально эффективно подстраивается к объему необходимых затрат этих ресурсов, исключая лишние потери. Многие современные новации в области строительства направлены на то, чтобы человеческие поселения приносили как можно меньше ущерба окружающей среде. Примером домов, которые в будущем позволят нам жить в гармонии с природой, в то же время не лишая себя привычного комфорта, являются так называемые «умные дома».

Концепция «умный дом» – один из самых значительных прорывов в строительстве. Главная задача систем «умный дом» состоит в том, чтобы обеспечить пользователю полный контроль и удобное управление инженерными системами и техническим оборудованием дома. Такой дом не зависит от внешних источников энергии. Это становится возможным благодаря рациональному использованию источников тепла и энергии самого дома и окружающей его территории. В Европе, США, и многих азиатских странах, системы «умный дом» уже достаточно давно являются стандартом для оснащения новых зданий, типовые возможности подобных систем закладываются практически в каждый проект.

Популярность же «умного дома» в России пока невелика. Основной причиной этого является неправильное восприятие самого понятия «умный дом», а также негативное отношение к этой теме, вызванное некачественной работой некоторых компаний. Для того чтобы системы «умный дом» получили заслуженное распространение и в России, потенциальным пользователям для начала нужно понять – что представляет собой настоящий «умный дом» – каким его видят специалисты отрасли.

Единственный в Иркутской области энергоэффективный многоквартирный дом был открыт 2 марта 2012 г. в 251 квартале Ангарска. Дом возвели всего за три месяца по канадской технологии из трехслойных панелей. Внешне двухэтажный дом не очень отличается от соседних таун-хаусов: так же, как дома по соседству, он построен из сэндвич-панелей и облицован кирпичом. Разве что пристрой выделяет его внешне: на 30 кв. м поселились ёмкостные баки и другое оборудование, обеспечивающее отопление и горячее водоснабжение 1200 кв. м жилья. Здание рассчитано на 24 квартиры, в него были переселены 70 чел. из аварийного жилья. Общая стоимость строительства дома составила 46,5 млн. руб., в том числе средства фонда – 24,5 млн., областного бюджета – 13,6 млн. руб., городского – 8,4 млн. руб. Перед энергоэффективным домом строители поставили стенд (см.: рис. 1 и 2) который показывает, как будет обеспечивать все блага цивилизации этого жилища.

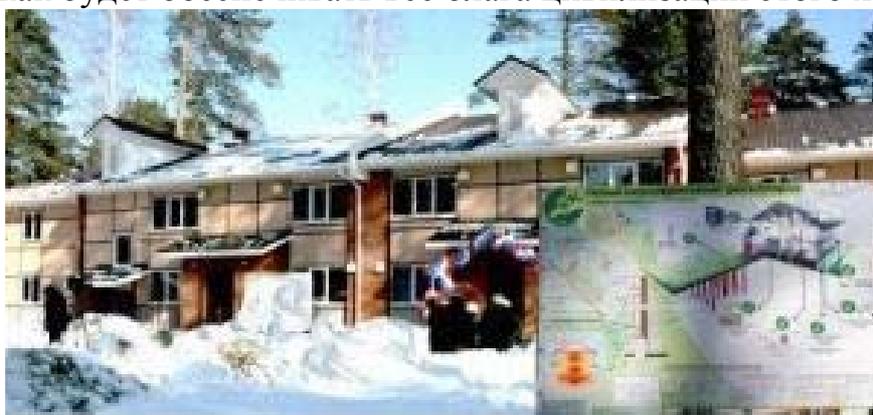


Рис.1. Энергоэффективный дом в Иркутской области.



Рис.2. Схема основных устройств энергоэффективного дома.

Фонари у подъезда загораются автоматически, когда на улице начинает темнеть или происходит движение. С приходом весны на крыше дома работают солнечные батареи. Они будут нагревают воду, которая бежит из-под крана. В зимнее время года горячая вода поступает централизованно.

Самой большой новинкой стало реальное воплощение идеи «тепловых насосов». В «умном доме» применяются тепловой насос Viessmann Vitocal, солнечные вакуумные коллекторы Vitosol 100-F – для нужд отопления и

горячего водоснабжения, а также поквартирная вентиляционная система с рекуперацией воздуха. Такой системы отопления нет больше ни в одном доме Иркутской области, да и не в каждом регионе страны — квартиры согревает тепло земли. Недалеко от дома, в специальном котловане пробурено 30 скважин. Опустившись на глубину 20-25 метров, этиленгликоль (именно он выполняет роль теплоносителя) нагревается от тепла земли и грунтовых вод с +5 до +8... +9 градусов. Поднявшись обратно и получив на глубине тепло этиленгликоль в специальных ёмкостных баках отдает воде, поступающей в радиаторы 24 квартир.

Если что-то случится с тепловыми насосами, то автоматически все переключается на централизованное отопление. Есть и баки-аккумуляторы, которые при возникновении аварии, держат тепло до 3 суток. Контур отопления дома замкнутый, в теплообменнике жидкость постоянно подогревается – всё это позволяет исключить потерю тепла. Потребляемая мощность тепловых насосов – 9 кВт. Нужно отметить, что сегодня СНиПы России подразумевают использование 193 кВт энергии на квадратный метр. В Евросоюзе соответствующая цифра составляет 130 кВт, а «умным домам» достаточно 80 кВт на квадрат. Буровые работы на здешних сложных почвах стоили около 8 млн. рублей. Использование тепла недр в четыре раза эффективнее обогрева зданий с помощью электроэнергии.

Впервые в Ангарске применена и технология нагрева горячей воды с помощью солнечных коллекторов. Солнечные коллекторы должны монтироваться на кровли под углом 15-45 градусов; у ангарского дома уклон кровли – 27 градусов. Хотя нагрев в солнечных коллекторах пропиленгликоля, а от него нагрев воды с помощью солнца возможен далеко не круглый год, потребление тепловой энергии домом на горячее водоснабжение благодаря таким панелям снижается в разы. Из стен новостройки на уровне чуть выше окон торчат аккуратные металлические цилиндры. Это – принудительная вентиляция, в необходимости которой уже убедились те, кто когда-то заменил старые окна на герметичные стеклопакеты. В зависимости от площади комнаты в ней устанавливаются 1-2 источника свежего воздуха. Это не просто вентиляция, а вентиляция с рекуперацией воздуха: с помощью омских теплообменных кассет исходящий воздух греет входящий. Рекуператоры работают в обоих направлениях и регулируются с помощью пульта дистанционного управления; их можно запрограммировать на определённую температуру воздуха в комнате, можно включить режим «вытяжка» или «открытая форточка». При грамотном использовании рекуператоры снижают потери тепла почти вдвое – без потери качества воздуха, которым дышат обитатели дома.

Еще одним важным новшеством этого дома, является то, что теплоемкость дома обеспечивается за счет объемно-планировочного решения. Двухуровневые квартиры с внутриквартирной лестницей обеспечивают максимально эффективный обогрев квартиры. При этом внутриквартирная лестница, которая соединяет два уровня, одновременно является теплообменной шахтой, распределяющей тепло между этажами. Использование

в доме энергосберегающих технологий позволит сократить энергопотребление на 60 процентов, соответственно, снизятся и коммунальные платежи.

Одна из жительниц этого дома очень довольна качеством квартиры, хорошей планировкой. Сократились затраты семейного бюджета, ведь за жилье жительница платит в три раза меньше. Да и ремонт здесь уже сделан: ламинат на полу, обои на стенах, пластиковые окна, вся сантехника и даже кухонный гарнитур. Есть и специальная вентиляция с так называемой рекуперацией воздуха. Несколько минут засасывает и высасывает воздух. Когда готовишь пищу и остаются запахи, в течение нескольких минут все развеивается (рис. 3).

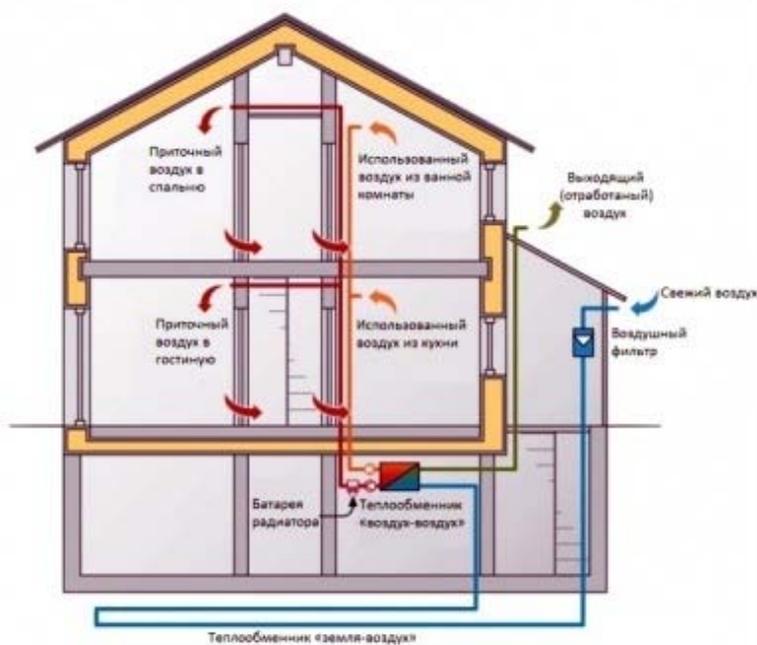


Рис. 3. Схема воздухообмена и основных тепловых воздушных потоков.

«Умный» дом – это дом с системой управления инженерным оборудованием, позволяющей контролировать потребление энергоресурсов и создавать комфортные и безопасные условия для проживания и работы в нем людей. Понятие «умный» дом, как правило, подразумевает высокую энергоэффективность. В первую очередь, за счет уменьшения доли неэффективной, бесполезной работы инженерного оборудования и превентивного контроля работоспособности инженерного оборудования.

Еще одно неоспоримое достоинство «умного» дома – это система безопасности. Причем системы автоматизации продуманы так, что предполагают защиту от любой чрезвычайной ситуации. Во-первых, они обеспечивают защиту от вторжения с помощью камер видеонаблюдения, автоматизации дверей, ворот, роль ставней, охранной сигнализации. Во-вторых, у забывчивых хозяев нет практически ни единого шанса устроить пожар – оставленные включенными утюг, щипцы, или духовка, будут вовремя выключены, а в случае любого возгорания или задымления сработает пожарная сигнализация. О протечках воды или газа система сразу же уведомит и хозяина, и соответствующие службы.

Объект находится под пристальным контролем специалистов. И если чудо-дом будет работать безупречно, то подобные дома появятся в других городах Приангарья. Предложения авторов для улучшения функциональных возможностей «умного дома» заключаются в следующем:

1. Архитектурное решение для строительных конструкций имеет возможность небольшой модернизации для оптимизации энергетических потоков. Это может иметь место для модернизации проемов для летнего солнца, исключая излишний перегрев и устройство теплопоглощающих конструкций для усиления тепла зимнего излучения.

2. Рекомендации оптимального расположения солнечных коллекторов в зависимости от назначения и преимущественного времени применения.

3. Грунтовые теплообменники теплового насоса в условиях значительной глубины промерзания (2,8 м), влияния грунтовых вод и сезонного влияния грунта целесообразно располагать ниже функционального слоя грунта для увеличения надежности и «устойчивости» систем использования низкопотенциального тепла земли. Зона сезонных и суточных колебаний – 15-20 метров, ниже которой идет область стабильного возрастания температуры.

4. Система рекуперации тепла вентилируемого воздуха может включать систему сохранения влажности с устройством специальных фильтров и рекуператоров.

5. «Умный дом» представляет собой систему интеллектуального управления энергосберегающими и энергопотребляющими элементами. В сложном иркутском климате, когда имеют место большие колебания температур в течение суток, для улучшения энергосберегающего эффекта целесообразно применения элементов сезонного и суточного аккумулирования.

Как заявил губернатор Иркутской области, власти региона намерены продолжать строительство «умного» жилья. Второй дом по региональной программе переселения граждан планируется построить в 2012 году тоже в Ангарске. При этом и северные территории, а конкретно – Магистральнинское муниципальное образование, находящееся на территории Казачинско-Ленского муниципального района (территории, приравненной к районам Крайнего Севера), готовы к возведению такого же дома. План по возведению энергоэффективных домов в регионе на 2013 год уже есть.

#### *Примечание*

1. Пospelова, И. Ю. Интеграция возобновляемых источников энергии в систему интеллектуального дома в условиях Сибири // Альтернативная энергетика и экология. – 2010. № 2. – С. 1-4.

2. Пospelова, И. Ю. Солнечная энергосистема интеллектуального дома в сибирском климате. Устройства и схемы управления элементами системы: Монография. – Саарбрюккен: LAP LAMBERT Academic, 2011. – 75 с.

3. Безруких, П. П. Ресурсы и эффективность использования возобновляемых источников энергии в России. – СПб.: Наука, 2002. – 314 с.

## **ИССЛЕДОВАНИЕ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНЫХ ГИДРАВЛИЧЕСКИХ РЕЖИМОВ В СИСТЕМАХ С СОЛНЕЧНЫМИ КОЛЛЕКТОРАМИ**

*Поспелова И. Ю., к.т.н., доцент; Попов А. Н., аспирант, Иркутский государственный технический университет, г. Иркутск*

*Аннотация. Рассмотрены варианты успешной инсталляции солнечных коллекторов в существующие и реконструируемые системы. Исследуются варианты гидравлических характеристик рабочей среды для достижения оптимизации энергетических процессов. Для получения целевых гидравлических критериев решаются конструктивные и технологические задачи системы. В статье исследуются некоторые варианты оптимизации с включением экономического фактора. Целевой функцией ставились оптимизированные гидравлические характеристики.*

### **STUDYING OF ENERGY-EFFICIENT HYDRAULIC REGIMES IN SYSTEMS WITH SOLAR COLLECTORS**

*Pospelova I. Ju., PhD (Technical Sciences), Associate professor; Popov A. N., postgraduate, Irkutsk State Technical University, Irkutsk*

*Abstract. Considered are variants of successful installation of solar collectors in the existent and reconstructed systems. Tested are the options of hydraulic characteristics of the working medium for achieving energy processes optimization. To obtain the target hydraulic criteria, constructive and technological problems of the system are being solved. The paper deals with some ways of optimizing with economic factor inclusion. Optimized hydraulic characteristics were set as target function.*

Проблемы современной экологической и экономической ситуации, как в России, так и в мире диктуют необходимость обратить внимание на создание и развитие возобновляемых и рециркуляционных источников водо- и энергоснабжения. В данных условиях возникла необходимость изучения инженерных систем вместе с интеллектуальными энергосберегающими решениями на основе увеличения эффективности работы систем с оптимизацией гидравлических режимов. Такие системы могут дать значительный экологический и экономический эффект.

Основной составной частью для получения экологичной энергии являются солнечные коллекторы различного конструктивного исполнения в сочетании с инженерными сетями и конструктивными решениями.

Использование солнечной энергии не только оказывает положительное влияние на окружающую среду, но и позволяет сэкономить немалые средства, ежемесячно или ежегодно выделяемые на плату за горячую воду. За год это позволяет сэкономить 60-70% расходов на это средств.

При работе гидравлических систем с солнечными коллекторами в различных климатических условиях возникают задачи увеличения производительности для получения максимального эффекта. Поставленную задачу можно решить разными способами.

Известный подход к проблеме – это подбор соответствующего насоса для системы с циркуляцией жидкости по мере поступления в бак аккумулятор. Расход и объем жидкости и теплоносителя при таком подходе можно регулировать путем многоступенчатого пуска двигателя, рассчитанного для определенных параметров. Это ведет к экономии энергоресурсов и повышению общей производительности системы.

В предлагаемой работе подход к решению проблемы предлагается путем моделирования и интенсификации параметров системы.

Характеристики потоков определяются следующими показателями:

Коэффициентом теплоотдачи  $\alpha$  для жидкостей, движущихся в трубах, который находят по формулам:

$$\alpha = 0.023 \cdot \frac{\lambda_{mp}}{d} \cdot Re^{0.8} \cdot Pr^{0.43} \cdot e_1 \quad \text{для турбулентного режима (Re > 10000);}$$

$$\alpha = 0.008 \cdot \frac{\lambda_{mp}}{d} \cdot Re^{0.9} \cdot Pr^{0.43} \quad \text{для переходного режима (2300 < Re < 10000);}$$

$$\alpha = 0.15 \cdot \frac{\lambda_{mp}}{d} \cdot Re^{0.33} \cdot Pr^{0.43} \cdot Gr^{0.1} \quad \text{для ламинарного режима (Re > 2300);}$$

и безразмерными характеристиками потока

$$Re = \frac{4G}{\pi \cdot \mu \cdot d} \quad Gr = \frac{g \cdot d^3 \cdot \beta \cdot \rho^2 \cdot \Delta T}{\mu^2} \quad Pr = \frac{c_p \cdot \mu}{\lambda_{mp}}$$

где  $e_1 = 1 + \frac{2d}{L}$  - коэффициент, учитывающий изменение коэффициента

теплоотдачи вдоль длины трубы (если  $\frac{L}{d} > 50$ , то  $e_1 = 1$ );  $G$  - массовый расход теплоносителя;  $\mu$  - коэффициент динамической вязкости;  $g$  - ускорение силы тяжести;  $\beta$  - коэффициент объемного расширения;  $\rho$  - плотность;  $\lambda_{mp}$  - коэффициент теплопроводности материала труб;  $c_p$  - удельная теплоемкость теплоносителя.

Интенсификация гидравлических режимов была проведена некоторыми известными способами (см.: рис. 1).

Турбулизирующее устройство для теплообменной трубы содержит жестко закрепленные на оси с заданным шагом завихрители-лопасти, обтекаемые потоком теплоносителя, выполненные в виде прямоугольных пластин с острыми кромками на концах, центральная часть пластин расположена параллельно потоку теплоносителя, а концы повернуты относительно друг друга на угол 15-45 градусов, при этом завихрители-лопасти установлены по длине трубы на расстоянии от 1 до 5 внутренних диаметров трубы. Такое турбулизирующее устройство для теплообменной трубы

обеспечивает уменьшение гидравлического сопротивления протекающего внутри трубы теплоносителя и интенсификацию процесса теплообмена.

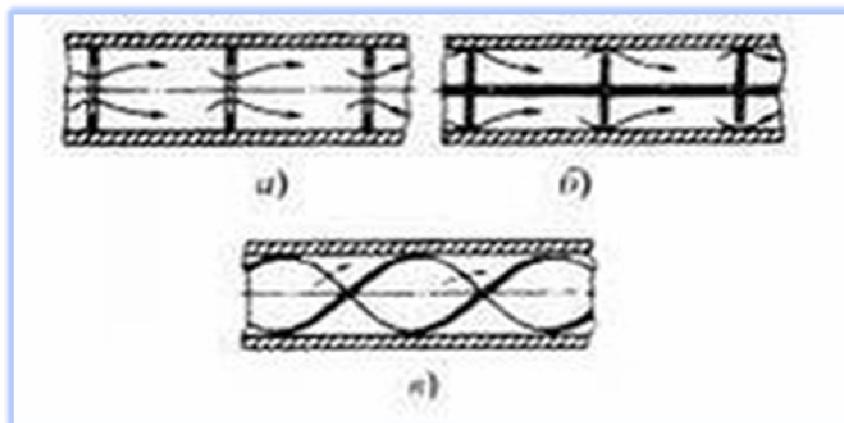


Рис. 1. Варианты решения задачи: а) турбулизирующее устройство для теплообменной трубы содержит жестко закрепленные на оси с заданным шагом; б) и в) турбулизирующее устройство для теплообменной трубы выполненное с возможностью вращения.

Так же есть аналогичный вид турбулизирующего устройства для теплообменной трубы (содержащее ось, выполненную с возможностью вращения, и установленные на оси с заданным шагом жестко укрепленные завихрители с лопастями, при этом лопасти через одну наклонены под разными углами к оси, а у остальных завихрителей угол наклона всех лопастей одинаков и составляет 30-50°. Завихрители установлены на оси с шагом, равным 5-8 внутренним диаметрам трубы. Недостатком данного устройства является большое гидравлическое сопротивление протекающего внутри трубки теплоносителя за счет закручивания и вихревой турбулизации всего потока теплоносителя, а также незначительного уплотнения пограничного слоя крупными вихрями всего потока. В результате использования подобных турбулизаторов возрастает коэффициент теплоотдачи и интенсивность теплообмена в трубе на 15-30%.

Оптимизация схемы с СК подразумевает улучшение экономических характеристик.

Целевая функция включает капитальные и эксплуатационные затраты и имеет следующий вид

$$F_{ц} = \frac{Sk_{кап}}{T_{н.о.}} + S_{э} \quad \text{где } T_{н.о.} - \text{нормативный срок окупаемости капитальных затрат}$$

в ТА;  $Sk_{кап}$  - капитальные затраты;  $S_{э}$  - эксплуатационные затраты.

Капитальные вложения в ТА включают стоимости теплоносителей, теплообменника и его монтажа, а также нагнетательного оборудования и его монтажа. Стоимость сырья определяется объемом использованного материала  $V_{ТП}$ , его плотностью  $\rho_{мет}$  и стоимостью одного килограмма металла  $S_{1_кг}$ .

$$Sk_{кап} = S_{1_кг} \cdot V_{ТП} \cdot \rho_{мет}$$

где  $V_{ТП} = L \cdot S$  - объем труб;  $L$  - длина труб;  $S$  - площадь поперечного сечения трубы.

В состав эксплуатационных затрат входят затраты на прокачку теплоносителей, на текущий ремонт оборудования, зарплата обслуживающего персонала, косвенные накладные расходы.

$$S_{\text{Э}} = N_{\text{ДР}} \cdot K_{\text{Э}} \cdot \tau_{\text{ГД}}$$

где  $N_{\text{ДР}}$  - суммарная мощность нагнетателей;  $K_{\text{Э}}$  - стоимость энергии на привод вспомогательного оборудования;  $\tau_{\text{ГД}}$  - число часов оборудования в году.

Затраты мощности на прокачку определяются по соотношению

$$N = \left( \zeta_1 \cdot \frac{L}{d_1} \cdot \frac{\rho_1 \cdot u_1^2}{2} \right) \cdot \frac{G_1}{\rho_1} + \left( \zeta_2 \cdot \frac{L}{d_{2\text{экв}}} \cdot \frac{\rho_2 \cdot u_2^2}{2} \right) \cdot \frac{G_2}{\rho_2}$$

где  $d_{2\text{экв}} = \frac{4S}{\Pi}$  эквивалентный диаметр кольцевого канала;

$S$  - поперечное сечение кольцевого канала;  $\Pi$  - смоченный периметр;

$G_1$  и  $G_2$  - расходы теплоносителей в трубе и межтрубном пространстве, соответственно, при скоростях теплоносителей  $u_1, u_2$ ;

$d_{2\text{вн}}$  - внутренний диаметр внешней трубы.

$\zeta$  - Коэффициенты сопротивления трения.

Коэффициенты сопротивления трения  $\zeta$  в трубе и кольцевом канале рассчитываются по формулам:

для турбулентного режима ( $Re > 10000$ ):

$$\zeta_{\text{Г}} = \frac{0,316}{Re^{0,25}}$$

для ламинарного режима ( $Re < 2300$ ):

$$\zeta_{\text{П}} = \frac{64}{Re} \quad \text{для круглой трубы,} \quad \zeta_{\text{П}} = \frac{96}{Re} \quad \text{для кольцевого канала;}$$

для переходного режима ( $2300 < Re < 10000$ ):

$$\frac{\zeta_{\text{П}}}{\zeta_{\text{Г}}} = \chi + \frac{\zeta_{\text{П}}}{\zeta_{\text{Г}}} \cdot (1 - \chi)$$

где  $\chi = 1 - \exp\left(1 - \frac{Re}{2300}\right)$  - коэффициент перемежаемости.

В процессе исследования определено, что:

– оптимизационные характеристики системы на основе исследуемых зависимостей образуют течение основной массы жидкости, что исключает бесполезный рост гидравлического сопротивления и ведет к более эффективной турбулизации подслоя.

– об эффективности турбулизации свидетельствуют коэффициенты соответствующего режима течения.

– ввиду того, что шаг плавно пульсирующим образом изменяется, жидкость постоянно получает импульсы, характеризующиеся различными векторами и абсолютными значениями.

Картина векторов скорости течения в поперечной срединной плоскости лунки на стенке канала, а также графики коэффициента поверхностного давления в продольной и поперечной сечениях потока представлена на *рис. 2*.

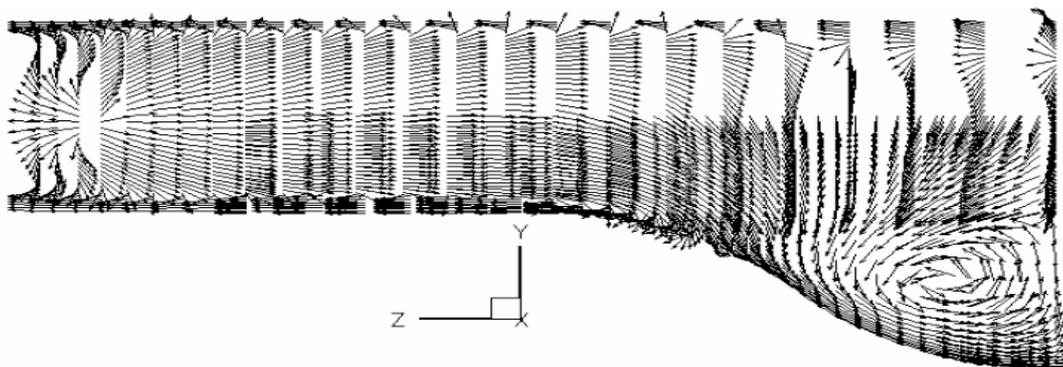


Рис. 2. Предварительный вывод о решении оптимизации сечения.

В результате исследований можно сделать предварительный вывод о том, что предложенный вариант оптимизации системы с исследуемым видом потока приводит к общему улучшению гидравлических и экономических характеристик системы. Это ведет к улучшению энергоэффективной работы насосов и общей эффективности работы системы.

#### **Примечание**

1. Валов, М. М., Горшков, Б. Н., Некрасова, Э. И. О точности определения интенсивности солнечной радиации при расчетах гелиоустановок // Гелиотехника. – 1982. – № 6.
2. Кафаров, В. В., Мешалкин, В. П., Гурьева, Л. В. Оптимизация теплообменных процессов и систем. – М.: Энергоатомиздат, 1988. – 192 с.
3. Гульятев, А. К. MATLAB 5.2. Имитационное моделирование в среде Windows: Практическое пособие. – СПб.: КОРОНА принт, 1999. – 288 с.
4. Грубецков, Д. И. Турбулентность и детерминированный хаос // Соросовский образовательный журнал. – 1998. – № 1 (26).

## **СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ПРИ СТРОИТЕЛЬСТВЕ ОЧИСТНЫХ СООРУЖЕНИЙ**

*Пукемо М. М., компания «Альта Групп», г. Москва*

*Аннотация. Рассмотрены основные технологии, применяемые в очистных сооружениях Компании Alta Group, определены выгоды, получаемые заказчиком современных очистных систем. Компанией Alta Group предложено применение новой концепции модульно-блочных очистных систем, выполненных с применением современных технологий. Обоснована идея строительства очистных сооружений в инвестиционных целях, позволяющая оценить эффективность вложений для частных инвесторов.*

## **MODERN TECHNOLOGIES IN PURIFICATION PLANT CONSTRUCTING**

*Pukemo M. M., «Alta Group» Company, Moscow*

*Abstract. Considered are basic technologies used in purification plants of Alta Group Company, identified are benefits obtained by customer of modern purification systems. Alta Group Company suggests the application of new concept modular purification systems, designed according to modern technologies. Proved is the idea of purification plants constructing for the investment purposes, enabling to estimate benefits for private investors.*

В настоящее время перед человечеством остро стоит вопрос облегчения строительства очистных сооружений, сокращения времени их строительства, облегчения проектирования и запуска, с выгодой для себя и пользой для окружающей среды. Рассмотрены основные технологии, применяемые в очистных сооружениях Компании Alta Group, а также определены выгоды, получаемые заказчиком современных очистных системах. Компанией Alta Group предложено применение новой концепции модульно-блочных очистных систем, выполненных с применением современных технологий, позволяющей осуществить очень быстрый монтаж, несложный ввод в эксплуатацию, а также сделать прогнозируемой отдачу инвестиций в очистку стоков. Обоснована идея строительства очистных сооружений в инвестиционных целях, позволяющая оценить эффективность вложений для частных инвесторов.

*Современные технологии, применяемые в очистных сооружениях Компании Alta Group:*

- применение полимерных материалов;
- применение ламинарных отстойников (тонкослойные модули);
- применение плавающей (погруженной биоагрузки);
- применение мембранных пленочных элементов аэрации;
- применение коагуляции и флокуляции;
- применение флотаторов;
- применение мембранной ультрафильтрации;
- применение УФ обеззараживания;
- применение обеззараживания осадка.

Применение современных технологий позволяет сделать очистные сооружения высокоэффективными.

Комплексный подход к переработке новыми технологиями конструкций очистных сооружений позволяет применять и адаптировать крупные промышленные методы очистки стоков на меньшие объемы, которые применимы в строительстве небольших поселков и предприятий.

*Выгоды, получаемые заказчиком современных очистных систем*

*Проектные выгоды.* Блочная компоновка очистных систем позволяет ускорить и существенно удешевить процесс проектирования очистных сооружений. Отсутствие наземных строений так же упрощает процесс проектирования, позволяет сократить расчеты на дополнительные фундаменты и расчет теплового баланса зданий. И, наконец, не нужно согласовывать технологию очистки, реализованную в блочном сооружении. На все

оборудование есть готовые сертификаты и гигиенические заключения. Все оборудование проходит тестирование на заводе.

*Технологические выгоды.* Многолинейная компоновка позволяет проводить обслуживание и ремонт очистных сооружений без их полной остановки. В то время как одна линия обслуживается или ремонтируется – другие линии работают в штатном режиме. А как показывает практика, время от времени необходимо увеличивать мощности существующих очистных сооружений и тут модульная компоновка и многолинейная схема как нельзя кстати: подключить и смонтировать еще одну линию достаточно просто и не требует вмешательства в общий технологический процесс очистки.

В сооружениях, предлагаемых Alta Group, окислительный биореактор устроен таким образом, что ему не требуется для стабильной работы минимальный объем стока в размере 50% от мощности очистного сооружения. Биореакторы очистных систем Alta Group показывают стабильные показатели, начиная от 5% загрузки очистной системы. Система автоматически балансирует свою мощность с количеством поступающего стока от подключенного объекта. Такая организация работы очистной системы позволяет удерживать стабильные показатели на всем сроке эксплуатации очистного сооружения и избежать нежелательных штрафов экологов. Применение систем с современным биореактором позволяет эффективно использовать очистные сооружения Alta Group на объектах с высокопеременной нагрузкой по стокам в зависимости от сезона. Характерными представителями такого сегмента являются дома отдыха, гостиницы, детские лагеря и сады. Имея сезонную загрузку иногда сравнимую с запуском дополнительного очистного сооружения, такие объекты сталкиваются с проблемой когда пользователи уже уезжают (например, дети с летних каникул), дополнительное очистное сооружение еще даже не вышло на расчетную мощность, а его уже пора отключать и консервировать.

И, наконец, внедрение новых технологий позволило существенно сократить требуемую для установки очистного сооружения площадь (и, как следствие, пропорционально площадь санитарной зоны), что позволяет более эффективно использовать выделенные под строительство объекта земли (которые по нынешним временам не дешевы).

*Монтажные выгоды.* В условиях современного строительства и оптимизации сроков и затрат, блочные очистные системы из полимерных материалов позволяют осуществлять быстрый и качественный монтаж. Блочная компоновка выполняется таким образом, чтобы станции можно было транспортировать автомобильными стандартными фурами или железнодорожным транспортом.

Концепция максимальной сборки на заводе, приводит нас к тому, что на строительной площадке монтажники только устанавливают блоки, согласно монтажной схеме, соединяя их друг с другом. Так, например, очистное сооружение мощностью на 100 м<sup>3</sup> в сутки монтируется на объекте в подготовленный котлован за один день! При старом методе возведения такое очистное сооружение строилось бы от 2-х до 6-ти месяцев. Соединить блоки

неправильно – невозможно. Все соединения максимально подготовлены на заводе изготовителе. Отсутствует необходимость присутствия технологов и узких специалистов по очистным системам на объекте. Подробно разработанные инструкции позволяют осуществить запуск очистного сооружения эксплуатирующему персоналу. Подземная установка так же существенно сокращает затраты на утепление очистного сооружения, так как земля является хорошим утеплителем.

*Эксплуатационные выгоды.* Сборка очистных систем на заводе и отсутствие операций по монтажу технологического оборудования на объекте, позволяют давать расширенную гарантию на блочные очистные сооружения до 5 лет, что немаловажно для инвесторов и эксплуатирующих организаций. Срок службы конструктивных элементов очистных систем выполненных из полимерных материалов более 60 лет, а капитальный ремонт конструктивных элементов, связанный с коррозией вообще отсутствует. Герметичность корпусов позволяет избежать избыточных затрат на обработку дополнительного объема воды поступающего в очистное сооружение извне.

Автоматическая система оповещения о нештатных ситуациях, возникающих в процессе эксплуатации очистной системы, позволяет уменьшить количество обслуживающего персонала требуемое для нормального функционирования очистного сооружения. Одновременно с этим существенно уменьшается время оперативного реагирования на плановые и экстренные ситуации, требующие быстрого принятия решения или присутствия персонала на территории комплекса очистного сооружения.

Существенно сокращаются затраты на содержание очистного сооружения, в связи с тем, что вообще пропадает необходимость в отоплении очистной системы, так как процессы протекающие внутри оборудования в основном имеют экзотермический характер, а подземная компоновка позволяет свести потери тепла к минимуму. Обеззараживание осадка и его аэробная стабилизация позволяет получать дополнительную выгоду, используя удаляемый осадок как удобрение. Все эти факторы позволяют обеспечить низкую стоимость очистки приведенную к одному м<sup>3</sup> стока (текущие тарифы городских коммунальных служб колеблются от 18 до 150 руб. за куб. Alta Air Master имеет средний тариф 27,8 руб/м<sup>3</sup>).

*Сервисные выгоды.* При разработке очистного сооружения Alta Group (такие как Alta Air Master Pro, Alta Air Master, Alta Bio) особое внимание уделялось удобству сервисного обслуживания. В помощь сервисной службе внедрена система автоматического СМС оповещения, а так же концентраций и фасовки реагентов подобраны таким образом, что не требуют дополнительного оборудования для замены. Все очистные сооружения максимально автоматизированы, самостоятельно производят дозировку реагентов, а срок пополнения реагентов и расходных материалов рассчитан, так чтобы обслуживание производилось не чаще чем раз в квартал. Высокий уровень автоматизации позволяет осуществлять автоматическое сопряжение с системами утилизации осадка, такими как обезвоживание и брикетирование.

## **СРАВНЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ РАСЧЁТА РАСХОДОВ ВОДЫ ПО МЕТОДИКЕ, ПРЕДЛАГАЕМОЙ В СП 30.1330.2012 С РАННЕЕ СУЩЕСТВУЮЩЕЙ ПО СНиП 2.04.01-85\***

*Русейкина С. И., старший преподаватель, ТюмГАСУ, г. Тюмень*

*Аннотация. Проведено апробирование предлагаемой методики расчёта внутренних систем водопровода, изложенной в новом СП 30.1330.2012 и сравнение результатов с ранее существующей методикой, изложенной в действующем, и не отменённом в настоящее время, СНиПе 2.04.01-85\*.*

## **COMPARING WATER CONSUMPTION DATA CALCULATED BY THE PROCEDURE OF BR 30.1330.2012 WITH PRIOR BR 2.04.01-85\***

*Ruseykina S. I., Senior teacher, TSUACE, Tyumen*

*Abstract. Tested is the proposed calculation procedure of inner water-supply systems, presented in new BR 30.1330.2012 and comparison of data with the prior procedure, presented in living and unrepealed now BR 2.04.01-85\*.*

В общероссийском строительном каталоге СК-1 «Нормативные и методические документы по строительству» приведён СП 30.1330.2012, утверждённый приказом Минрегиона РФ от 29.12.2011 № 626. Указанный документ обозначен как актуализированная редакция СНиП 2.04.01-85\* «Внутренний водопровод и канализация зданий» и вводится в действие с 01.01.2013. Одной из важных задач нормативной литературы является расчёт либо его облегчение каких-либо систем и получение достоверного результата.

Разница в принципах расчёта заключается в том, что новая методика (СП 30.1330.2012) для определения расчётных секундных расходов воды основывается на нахождении среднечасовых расходах, исходя из условия, что продолжительность водоразбора во всех жилых зданиях принимают равной 24 часа (таблица А.2 Примечание).

Методика расчёта секундного расхода воды согласно СНиП 2.04.01-85\* базируется на определении вероятности действия санитарных приборов при одинаковых остальных условиях. Эта же методика позволяет составить программу расчёта на ЭВМ.

Расчёты по обеим методикам выполнялись для жилых домов с обычной степенью благоустройства с количеством квартир: 50, 100, 150, 200, 250, 375.

Результаты расчёта сведены в таблицы, и для их сравнения построены графики.

*Результаты расчёта по методике СНиП 2.04.01-85\*. Вероятность действия приборов (Р) была принята величина равная 0.0144 как наиболее часто встречающаяся. Полученные результаты представлены в таблице 1.*

*Результаты расчёта по методике СП 30.1330.2012*

Среднечасовая норма расхода воды на одного потребителя  $q_T$ , л/час принята исходя из среднесуточной нормы равной 250 л/сут. (таблица А.2) и периода водопотребления 24 часа. ( $250/24 = 10.416$  л/час.). По Таблице А.4 находилась величина расчётного секундного расхода воды при этом же количества потребителей (N). Полученные результаты представлены в табл. 2.

Таблица 1

Результаты расчёта по методике СНиП 2.04.01-85\*

К-во квартир (n)	50	100	150	200	250	300	375
К-во приборов N	200	400	600	800	1000	1200	1500
P·N	2,88	5,76	8,64	11,52	14,40	17,28	21,60
$\alpha$	1,8	2,8	3,71	4,56	5,38	6,17	7,30
$q = 5q_0 \cdot \alpha$ , л/с	2,7	4.2	5,56	6,9	8,07	9.25	10,95

Таблица 2

Результаты расчёта по методике СП 30.1330.2012

К-во квартир (n)	50	100	150	200	250	300	375
N	200	400	600	800	1000	1200	1500
$q$ , л/с	2,00	3,45	4,60	5,80	7.00	7.90	9.72

Для наглядности полученной разницы в результатах расчёта были построены графические зависимости, по двум методикам (см.: рис. 1). Первая кривая (1) представляет собой зависимость расхода воды от количества потребителей (нагрузки), полученная по методике СНиП 2.04.01-85\*. Вторая кривая (2) является той же зависимостью, полученной по методике СП 30.1330.2012.

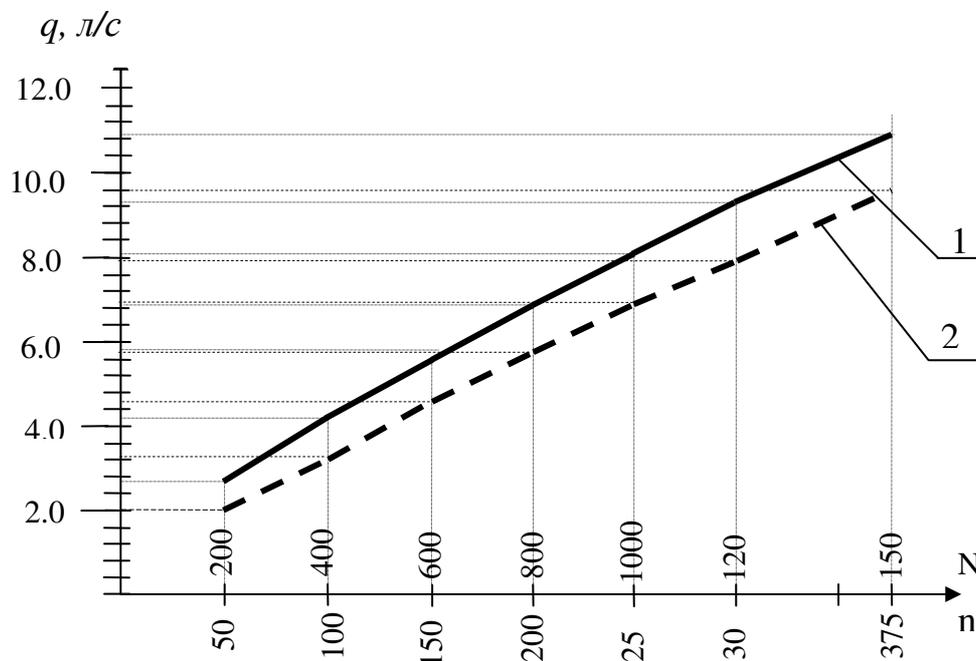


Рис. 1. Расчет расхода воды по двум методикам.

Анализ кривых позволил заключить, что кривые описывают примерно одинаковые зависимости, но первая кривая показывает больший расчётный

расход, чем вторая на 13.5 – 22% . Это можно объяснить тем, что в новой методике расчёта принята суточная норма водопотребления на одного потребителя равная 250 л/сут · чел, тогда как в ранее существующем СНиП эта норма составляла 300 л/сут. Заселённость квартиры ранее принималась 4 человека, сейчас регламентируется 2.8 чел. Кроме того, по графикам кривых наблюдается некоторое относительное снижение расхода с увеличением нагрузки (количества потребителей).

## **УЛУЧШЕНИЕ РАБОТЫ СМЕСИТЕЛЕЙ НА ВОДОПРОВОДНЫХ ОЧИСТНЫХ СООРУЖЕНИЯХ**

*Салмин С. М., Пензенский государственный университет архитектуры и  
строительства, г. Пенза*

*Аннотация. Предложен способ рециркуляции воды с использованием эрлифта для интенсификации процесса коагуляции и улучшения работы гидравлических смесителей водопроводных очистных сооружений.*

## **IMPROVING MIX VESSELS OPERATION AT WATER-PIPE TREATMENT PLANTS**

*Salmin S. M., Penza State University of Architecture and Civil Engineering, Penza*

*Abstract. Given is the method of water recirculation with air lift utilization for intensifying of coagulating process and improving of hydraulic mix vessels operation at water-pipe treatment plants.*

Для смешения природной воды с коагулянтами на водопроводных очистных сооружениях применяются специальные устройства – смесители. Основное требование, предъявляемое к данным устройствам – быстрое и полное смешение реагентов со всей массой воды с целью обеспечения условий для формирования плотных, хорошо осаждающихся микрохлопьев скоагулированной взвеси. Смесители подразделяют на гидравлические и механические. К гидравлическим смесителям относятся вертикальные, дырчатые, перегородчатые и трубчатые. К числу механических смесителей относятся устройства пропеллерного и турбинного типов. Механические смесители – наиболее совершенны за счёт возможности регулирования интенсивности и времени перемешивания, однако вследствие высокой энергоёмкости они очень редко используются на водоочистных станциях РФ.

Наибольшее применение на крупных водопроводных очистных сооружениях, работающих на воде поверхностных источников, нашли перегородчатые, вертикальные и дырчатые смесители, работающие в безнапорном режиме и характеризующиеся простотой конструкций. Основным недостатком гидравлических смесителей является недостаточный эффект смешения при расходах воды, меньше расчётных. Для улучшения работы

смесителей и интенсификации процесса коагуляции может быть использован способ рециркуляции коагулируемой воды [1, 2], который до последнего времени применялся только для повышения эффективности работы осветлителей со взвешенным слоем осадка.

Способ рециркуляции воды предлагается по схемам, показанным на *рис. 1*, на примере перегородчатого смесителя с вертикальным движением потока.

По первому варианту (*см.: рис. 1, а*) в коридоре смесителя, предшествующем по ходу движения воды коридору, куда вводится раствор флокулянта, устанавливается эрлифт 4. Расход  $Q_B$  рециркуляционной воды, которая перекачивается в первый коридор смесителя через трубопровод 6, составляет 3-5% от расхода  $Q_0$  воды, подаваемой на смеситель. Общий расход коагулянта  $K$  для обработки воды разделяется на две части. Одна часть расхода ( $K_1$ ) вводится в первый коридор смесителя, вторая часть расхода ( $K_2$ ) – в рециркуляционный трубопровод 6 водовоздушной смеси (*см.: рис. 1, а*).

Анализ литературных источников [1, 2] показал, что в процессе гидролиза сульфата алюминия при  $pH=4,5-5$  образуется значительное количество основных солей алюминия ( $Al(OH)SO_4$  и др.), обладающих большей плотностью и сорбционной способностью по сравнению с гидроокисью алюминия. В соответствии с вышеизложенным, расход (доза)  $K_2$  выбирается таким образом, чтобы величина  $pH$  потока рециркулируемой воды после добавления коагулянта была в пределах 4,5-5. Образование основных солей алюминия будет происходить в трубопроводе 6 и трубчатой камере перемешивания 8, в которой устраиваются радиальные перегородки для увеличения градиента скорости перемешивания  $G$ , определяемого по формуле:

$$G = \sqrt{\frac{Q_B \xi u^2}{2V\nu}}, \quad (1)$$

где  $Q_B$  – расход воды, проходящий через камеру,  $m^3/c$ ;

$\xi$  – коэффициент сопротивления перегородок трубчатой камеры;

$u$  – скорость движения воды в трубчатой камере,  $m/c$ ;

$V$  – объем камеры,  $m^3$ ;

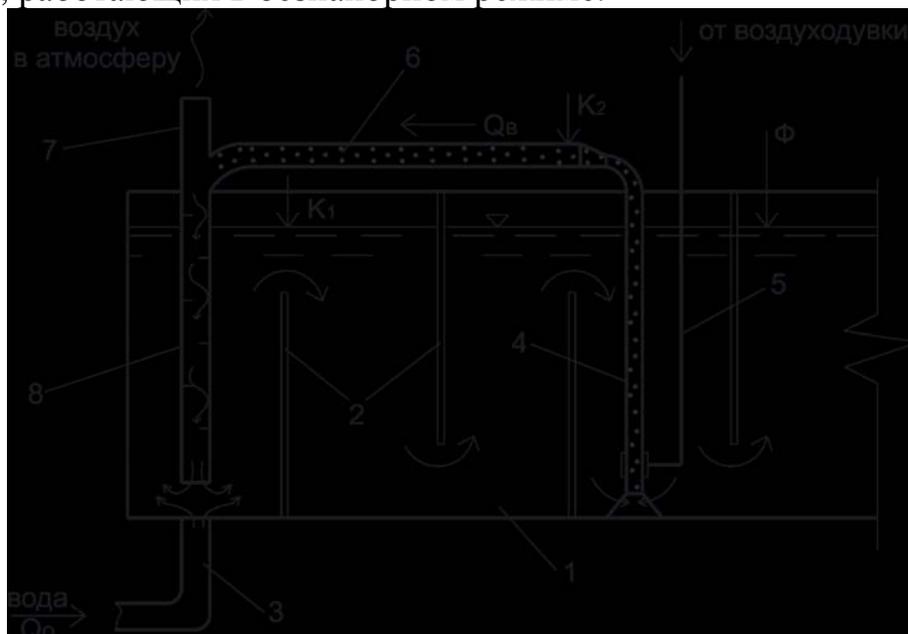
$\nu$  – кинематическая вязкость воды,  $m^2/c$ .

Расход коагулянта  $K_1$  при этом будет определяться из соотношения  $K_1=K-K_2$ .

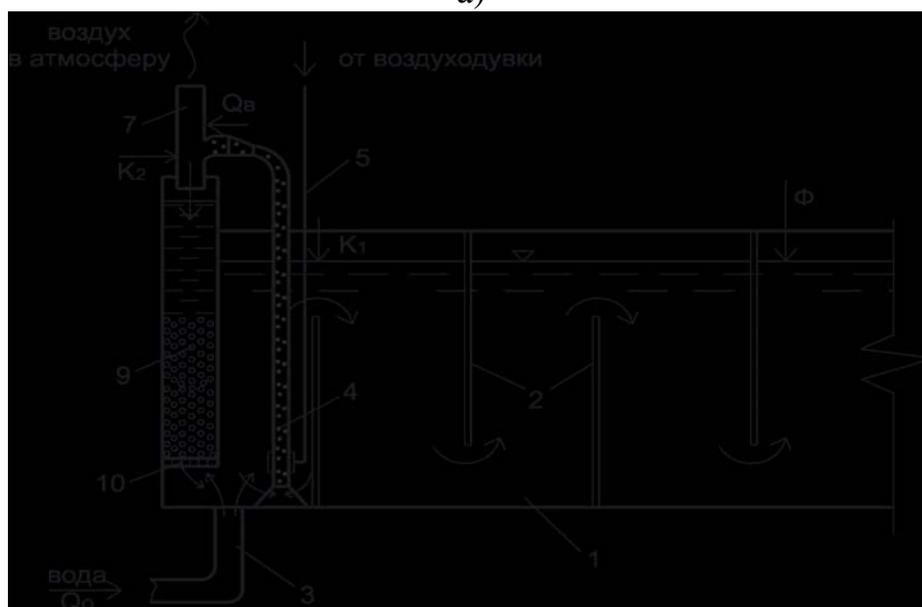
В последнем коридоре смесителя, где установлен эрлифт, вода насыщена микрохлопьями скоагулированной взвеси, которые вместе с пузырьками воздуха будут являться дополнительными центрами хлопьеобразования, ускоряющими процессы образования малорастворимых комплексов в трубопроводе 6 и камере 8 после введения коагулянта с дозой  $K_2$ .

Для снижения энергозатрат при перекачке рециркуляционного потока, эрлифт может быть установлен в первом коридоре смесителя (*рис. 1, б*). Так как в данном варианте сформированных микрохлопьев скоагулированной взвеси не будет, для интенсификации процессов образования комплексов основных солей алюминия предлагается вариант с контактной камерой 9, загруженной мелким щебнем (гравием) средним диаметром 5-10 мм. В процессе работы на

контактной загрузке будет образовываться пленка из продуктов гидролиза, которая станет катализатором процессов коагуляции. Предлагаемые варианты рециркуляции могут быть использованы для любых типов гидравлических смесителей, работающих в безнапорном режиме.



а)



б)

*Рис. 1.* Схема перегородчатого смесителя с возвратом части расхода коагулируемой воды через зону ввода новых порций коагулянта: а) с устройством трубчатой камеры перемешивания; б) с устройством контактной камеры 1 – смеситель; 2 – перегородки; 3 – труба подачи исходной воды; 4 – эрлифт; 5 – трубопровод подачи сжатого воздуха; 6 – рециркуляционный трубопровод водовоздушной смеси; 7 – патрубок отвода воздуха; 8 – трубчатая камера перемешивания возвратного потока воды с коагулянтами; 9 – контактная камера; 10 – решетка;  $K_1$ ,  $K_2$  – коагулянт;  $\Phi$  – флокулянт.

#### **Примечание**

1. Фрог Б. Н. Водоподготовка / Б. Н. Фрог, А. П. Левченко. – М.: МГУ, 2003. – 680 с.
2. Бабенков Е. Д. Очистка воды коагулянтами. – М.: Наука, 1977. – 356 с.

## **К МЕТОДИКЕ ОПРЕДЕЛЕНИЯ СОСТАВА ОСАДКОВ СТОЧНЫХ ВОД В ЛАБОРАТОРИИ БИОТЕХНОЛОГИЙ В АСПЕКТЕ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ**

*Свалова М. В., к.т.н., доцент, Ижевский государственный технический университет им. М. Т. Калашникова, г. Ижевск*

*Аннотация. Недостаточная теоретическая и практическая изученность технологического процесса утилизации осадков сточных вод, представляющих экологическую опасность, предопределила необходимость исследования процесса анаэробного сбраживания. При анаэробном сбраживании осадков сточных вод для развития мезофильных и термофильных бактерий азот аммонийный, нитратный и нитритный превращается в сложные азотистые органические соединения. Тем самым сводится к минимуму выброс азота в аммиачной и нитратной форме в атмосферу.*

### **ON THE METHOD OF SEWAGE SLUDGE ANALYSIS IN LABORATORY OF BIOTECHNOLOGIES IN TERMS OF ECOLOGICAL SECURITY**

*Svalova M. V., PhD (Technical Sciences), Associate professor, Kalashnikov Izhevsk State Technical University, Izhevsk*

*Abstract. Insufficient theoretical and practical information about the process of ecological hazard sewage sludge utilizing predetermines the necessity of research on anaerobic sludge digestion process. During the anaerobic sludge digesting to develop mesophilic and thermophilic bacteria, ammonium nitrogen as well as nitrate and nitrite nitrogen transforms into complicated nitrogenous organic compounds. Thus, ammoniac and nitrate nitrogen discharge in the air is minimized.*

Одной из многочисленных экологических проблем современной цивилизации является утилизация отходов производства и потребления, в том числе осадков сточных вод (ОСВ) городских очистных сооружений. Действующее законодательство Европейского Союза в области утилизации ОСВ ужесточено, особенно в отношении содержания тяжелых металлов. Применяемые на сегодняшний день способы захоронения, складирования, сжигания, компостирования, использования ОСВ в сельском хозяйстве и промышленности не будут допускаться законодательством ЕС. Поэтому поиск новых технологий утилизации ОСВ крайне актуален [1, с. 54].

Основная масса осадков складывается на иловых площадках и отвалах, создавая технологические проблемы в процессе очистки стоков. Условия их хранения, как правило, приводят к загрязнению поверхностных и подземных вод, почв, растительности. Поступая в подземные и грунтовые воды, водная вытяжка из ОСВ придает им цветность, привкусы, что негативно отражается на качестве таких вод. Эта проблема с каждым годом обостряется и требует безотлагательного решения. Вместе с тем, возросшее накопление химически

активного азота приводит к различным негативным последствиям, среди которых: ухудшение здоровья людей, эвтрофикация поверхностных вод, снижение биоразнообразия флоры и фауны, загрязнение грунтовых вод и питьевой воды [2, с. 89].

В рамках Конвенции о Трансграничном Загрязнении Воздуха на Большие Расстояния создана целевая группа по химически активному азоту в составе рабочей группы по стратегиям и обзорам, опорный пункт при СЗНИИМЭСХ. В качестве экспертов пока ещё неформальной сети экспертов, работает инициативная группа ФГБОУ ВПО «ИжГТУ имени М.Т. Калашникова», обменивается информацией для подготовки программ и проектов по теме «Разработка методов эффективного использования азота при утилизации осадков сточных вод, обеспечивающих снижение его негативного воздействия на основные компоненты природной среды». Это сотрудничество должно служить задачам координации работ в данном направлении.

Актуальность проблемы с её недостаточной теоретической изученностью предопределила выбор темы исследования. Необходимость и целесообразность проведения исследований обусловлена возрастающим риском разрастания зон экологического бедствия, связанных с отсутствием оборудования и технологии экологически чистой утилизации осадков сточных вод.

Выход из сложившейся экологической ситуации связан с экологизацией хозяйственной деятельности предприятий, внедрением малоотходных или безотходных технологий. Главным условием внедрения подобных технологий на данном этапе развития общества является не только осознание необходимости реализации экологических мероприятий, но и их адаптированность к условиям рынка, коммерческая эффективность. В последние годы в зарубежных странах деятельность в области ресурсосберегающих и природоохранных технологий стала одной из перспективных и прибыльных.

Наиболее широко распространенные способы утилизации осадков в различных странах приведены в *таблице 1* [1, с. 128].

*Таблица 1*  
*Методы утилизации осадков сточных вод очистных сооружений в европейских странах.*

Страны	Методы утилизации, %			
	в сельском хозяйстве	захоронение в свалках	сжигание	другие
Австрия	13 (20)	56 (10)	31 (60)	0 (0)
Швейцария	50 (50)	30 (10)	20 (40)	0 (0)
Германия	25 (40)	55 (0)	15 (30)	5 (30)
Дания	27 (+)	28 (-)	36 (-)	9 (+)
Швеция	15 (+)	70 (0)	0 (?)	15 (+)
Англия	53 (+)	16 (+)	7 (+)	24*(-)
Финляндия	27 (15)	36 (25**)	0 (0)	37 (60)

*Примечание:* 1. В скобках – распределение методов утилизации в перспективе (+ – увеличение, - – уменьшение). 2. \* – сбрасывается в море. 3. \*\* – большая часть осадка используется для различных целей на свалках.

Как следует из таблицы 1, в мировой практике основными направлениями утилизации загрязненных ОСВ являются затратные методы – захоронение на свалках и сжигание. Почва остается средой, наиболее широко используемой в определенных местах для размещения больших объемов ОСВ или же использования их в качестве органического удобрения, модификатора почв. Вне зависимости от степени загрязненности могут быть приняты методы утилизации осадков сточных вод, такие как пиролиз, вермикомпостирование, сбрасывание в метантенках, технологии получения керамзита, дегтебетонов, гипсобетонов с ОСВ в качестве наполнителя, приведенные в *таблице 2*.

*Таблица 2*

*Возможные способы утилизации осадков городских очистных сооружений в зависимости от уровня их загрязнения.*

Способы утилизации	Уровни загрязнения <sup>1</sup>				
	допустимый	низкий	средний	высокий	очень высокий
1.1.Использование в качестве удобрения:					
- под с/х культуры	++	+ <sup>2</sup>	-	-	-
- при благоустройстве и озеленении городов, придорожных полос	+	+	+ <sup>2</sup>	-	-
- при рекультивации нарушенных и загрязненных земель	+	+	+	+ <sup>2</sup>	-
- на лесопитомниках, специальных участках для выращивания древесины и другой растительной биомассы	+	+	+	+ <sup>2</sup>	-
2.Сжигание	+	+	+	+	+
3.Захоронение:					
- на специально оборудованных площадках	+	+	+	++	++
- на заброшенных карьерах	+	+	+ <sup>3</sup>	+ <sup>3</sup>	+ <sup>3</sup>
- на полигонах ТБО с последующей рекультивацией	+	+	+	++	++ <sup>3</sup>
4. Использование при производстве керамзита	+	+	+	+	+
5. Получение белково-витаминных добавок и аминокислот	++	+	-	-	-
6. Пиролиз	+	+	+	+	+
7. Электролиз ТМ	-	-	-	+	+
8.Обработка специальными реагентами с последующей утилизацией	-	-	+	++	++
9. Вермикомпостирование	++	++	++	++	-

*Примечание:*

+ – утилизация без каких-либо ограничений (после дегельминтизации);

++ – наиболее целесообразные способы утилизации;

- – утилизация данным способом недопустима;

<sup>1</sup> – уровни загрязнения даны по «Порядок определения размеров ущерба от загрязнения земель химическими веществами// Минприроды РФ. - М.: 1993»;

<sup>2</sup> – утилизация предусматривает ограничение норм внесения и недопущение загрязнения поверхностных и грунтовых вод;

<sup>3</sup> – необходимы меры, предотвращающие загрязнение подземных вод.

Но чаще осадок после городских очистных сооружений содержит в себе высокую концентрацию тяжелых металлов. В таком случае наиболее оптимален метод обработки специальными реагентами с последующей утилизацией в качестве грунта [2, с. 97].

*Результаты исследования.* В посёлке Медведево Удмуртской Республики на очистных сооружениях канализации МУП г. Ижевска «ИжВодоканал» совместно с ФГБОУ ВПО «ИжГТУ им. М. Т. Калашникова» создана лаборатория биотехнологий. В лаборатории биотехнологий возможно проводить анализы и исследования по определению состава осадков сточных вод для промышленных предприятий, животноводческих комплексов и птицефабрик. Планируется проведение исследований осадков сточных вод и путей использования теплоты и биомассы, как резерва энергосбережения на ОСК МУП «ИжВодоканал» г. Ижевска». В данное время нами ведутся научно-исследовательские работы по исследованию и анализу состава осадков сточных вод, проводятся эксперименты по тематике научных работ аспирантов, магистров и бакалавров. Огромной проблемой в наше время является не только очистка сточных вод различных типов, но и дальнейшая утилизация осадков сточных вод. Большинство очистных сооружений вместо полной утилизации или переработки осадков сточных вод предпочитают складировать осадки на иловые площадки. Исследования состава осадка сточных вод в лаборатории биотехнологий поможет решить вопрос более эффективного использования осадка, в процессе утилизации или переработки, с получением удобрения и выработкой биогаза с целью ресурсосбережения. Но не всякий осадок, возможно, использовать в качестве удобрения [4, с. 37].

В зависимости от содержания химических веществ, которые определяются в лаборатории, будет известно, в каких целях можно использовать полученный осадок. На последующих этапах работ нами планируется проведение исследований в лаборатории биотехнологий, с использованием хроматографа Shimadzu, по определению химического состава биогаза и удобрения, полученного при утилизации осадков сточных вод.

Техническая база лаборатории биотехнологий планирует включить в себя оборудование и приборы, используемые на различных стадиях биотехнологического процесса: от систем водоподготовки (arium), аналитических весов (Cubis), оборудования и расходных материалов для микробиологического анализа, установок лабораторной фильтрации, до систем оптимизации процесса фильтрации и систем тангенциальной фильтрации (Sartoflow) и ферментеров (BIOSTAT A plus, BIOSTAT RM) немецкого концерна Sartorius с возможностью сотрудничества с немецкими коллегами в

рамках Берлинской Конвенции и Конвенции о Трансграничном Загрязнении Воздуха на Большие Расстояния ЕЭК ООН (Конвенции о ТЗВБР).

В лаборатории биотехнологий в рамках договора НИР №ВИВ-1-12/С от 16.07.2012. работает оборудование, представленное на *рисунке 1*:



*Рис. 1.* а) Система микроволнового разложения Berghof SPEEDWAVE MWS-2+ DAC-70; б) Система очистки воды Simplicity S.Kit (EU); в) Прямой микроскоп Olympus серии CX41 в комплекте с компьютером и принтером.

В лаборатории биотехнологий возможно производить анализы по основным показателям: взвешенные вещества, сухой остаток, железо, медь, цинк, хром, ХПК, БПК, жиры, сероводород и сульфиды, эфирозвлекаемые вещества, нефтепродукты, сульфаты, хлориды, рН, фосфор общий, аммоний, нитраты, нитриты, АПАВ, неионогенные ПАВ. Возможно выполнять измерения массовой концентрации ионов аммония в сточных водах фотометрическим методом с реактивом Несслера [3, с.104].

Лаборатория биотехнологий позволяет производить огромный диапазон исследований, множество опытов по определению состава сточных вод и их осадков промышленных и сельскохозяйственных предприятий. Также лаборатория биотехнологий позволяет оценивать влияние различных вредоносных загрязнений от предприятий АПК на почву и водоемы.

На практических занятиях в лаборатории биотехнологий на ОСК с помощью прямого микроскопа Olympus серии CX41 проводятся экспериментальные исследования. Нами ведутся научно-исследовательские разработки в рамках договора №ВИВ-1-12/С от 16.07.2012., на проведение НИР. В рамках договора проходят лабораторные и практические занятия, где проводятся анализы и исследования процессов поглощения микроорганизмами загрязняющих веществ, составляющих активный ил, находящийся в сточной жидкости. Загрязняющие вещества проникают внутрь клетки, где они под воздействием ферментов подвергаются биохимическим превращениям. Выделяющаяся при этом энергия используется клеткой для обеспечения своей жизнедеятельности (движение, дыхание, размножение). На *рисунке 2* представлено поглощение микроорганизмами загрязняющих веществ.

Проведённые исследования в лаборатории биотехнологий положены в основу технологического процесса анаэробного сбраживания осадков сточных вод. Уменьшение выбросов азота в аммиачной и нитратной форме при

анаэробном сбраживании осадков сточных вод,- один из методов решения проблемы трансграничного загрязнения атмосферы. Лабораторию биотехнологий планируется использовать для научно-исследовательских целей, как центр коллективного пользования для научных экспериментов, исследования осадков сточных вод промышленных и сельскохозяйственных предприятий, обучения студентов, проведения конференций, круглых столов и повышения квалификации сотрудников предприятий и научных учреждений.

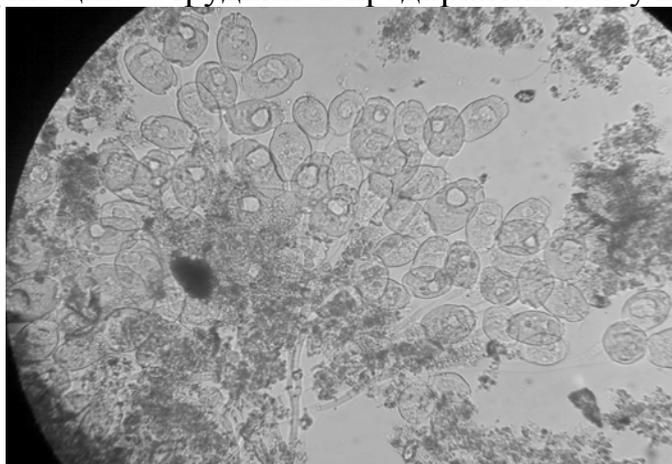


Рис. 2. Поглощение микроорганизмами загрязняющих веществ.

#### *Выводы:*

1. Исследования баланса азота в аммиачной и нитратной формах в ходе анаэробного сбраживания ОСВ, является одним из путей к решению проблемы Трансграничного Загрязнения Воздуха на Большие Расстояния ЕЭК ООН (Конвенции о ТЗВБР).

2. Создаваемая лаборатория биотехнологий оснащена оборудованием для проведения научно-исследовательских работ и экологического мониторинга.

3. В лаборатории биотехнологий в рамках договора НИР №ВИВ-1-12/С от 16.07.2012. проводятся экологические исследования и анализы, исследования процессов поглощения микроорганизмами загрязняющих веществ, составляющих активный ил, используют оборудование и методики определения состава осадков сточных вод.

4. Исследование состава осадка сточных вод в лаборатории биотехнологий способствует решению вопроса более эффективного использования осадка в процессе утилизации или переработки, с последующим получением удобрения и выработкой биогаза с целью ресурсосбережения.

#### *Примечание*

1. Евилевич, А. З., Евилевич, М. А. Утилизация осадков сточных вод. – Л.: Стройиздат, 1988. – 248 с.

2. Беляев, А. Н. Инновационные технологии утилизации отходов / А. Н. Беляев, Е. В. Щербакова // Стройпрофиль. – 2010. – 22 марта.

3. Мишустин, Е. Н., Емцев, В. Т. Микробиология. 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Агропромиздат, 1987. – С. 368.

4. Бутузов, В. А. Использование биогаза канализационных очистных сооружений // Водоснабжение и санитарная техника. – 2002. – № 6. – С. 36-38.

## КАЧЕСТВО ВОДЫ В РЕКЕ ПОЛУЙ ЯМАЛО-НЕНЕЦКОГО АВТОНОМНОГО ОКРУГА

*Свириденко С. П., ТюмГАСУ, г. Тюмень*

*Аннотация. Представлены результаты исследований по состоянию воды в р. Полуи Приуральского района ЯНАО. Анализ проб зоопланктона показал, что река Полуя в пределах исследуемой территории относится к первому и второму классу качества воды – очень чистые и чистые.*

## THE POLUY RIVER WATER QUALITY IN YAMALO-NENETS AUTONOMOUS OKRUG

*Sviridenko S. P., TSUACE, Tyumen*

*Abstract. The paper deals with the research results on the Poluy river water quality in Yamalo-Nenets Autonomous Okrug. Zooplankton sample analysis demonstrates that within the explored areas the Poluy river belongs to the first and the second class of water quality – high clean and clean.*

Реальностью сегодняшнего дня стали глобальные экологические проблемы, ставящие под угрозу само существование человечества во всем Мире (загрязнение поверхностных вод, почв тяжелыми металлами, нефтепродуктами, фенолами; загрязнение атмосферы; уничтожение и загрязнение растительного покрова; загрязнение природных компонентов ядохимикатами и др.) [1]. Ямало-Ненецкий автономный округ не является исключением. Округ находится на крайнем севере Западно-Сибирской равнины и входит в состав Тюменской области, занимая свыше половины (52%, или 750 тыс. кв. км) ее площади.

Ряд городов и промышленных районов Западной Сибири может быть отнесен к зонам экологического бедствия. Основная причина этого – несоответствие масштабов техногенного воздействия на природную среду и существующих мер по ее сохранению, восстановлению и охране. Конкретно это выражено в непрерывном нарастании площадей и объемов добычи нефти и газа со степенью выработки месторождений более 50%, использовании старых технологий, наличие опасных ядерно-химических объектов. В настоящее время сильно загрязнены тяжелыми металлами и нефтепродуктами практически все крупные реки Арктического бассейна: Обь, Лена, Енисей и др. [2].

Многokратно отмечались факты загрязнения вод Оби и притоков тяжелыми металлами, нефтепродуктами и другими токсикантами. Например, по результатам экологических исследований Свириденко С.П. и Питерских А.С. (2008) участка реки Полуя от г. Салехарда до п. Зеленый Яр были выявлены концентрации выше допустимых значений по Fe – 0,81, 0,025 и 0,0031 – Pb и Cr, 0,013 – Cu, Zn – 0,67 и нефтепродуктам 0,48 мг/дм<sup>3</sup>,

превышение ПДК наблюдалось в 8,1 раза по железу, 4,1 и 1,6 раза по свинцу и хromу, меди 13 раз, 6,7 и 9,6 раза по цинку и нефтепродуктам.

Все материалы, полученные в результате проведения экологических исследований участка реки Полуй на территории ЯНАО, будут использоваться для разработки и ведения экологического мониторинга и контроля за качеством поверхностных вод.

Цель работы – провести экологическую оценку реки Полуй, для установления антропогенной нагрузки на водную экосистему и класса качества воды. Задачи экологических исследований:

- определить степень загрязнения исследуемого водоема;
- установить степень аккумуляции тяжелых металлов в рыбах реки

Полуй.

Экологические исследования являются информационной основой и обеспечивают:

- комплексное изучение природных и техногенных условий территории, ее хозяйственного использования;

- оценку современного экологического состояния отдельных компонентов природной среды и экосистем в целом, их устойчивости к техногенным воздействиям и способности к восстановлению.

В результате исследований был проведен ряд работ, в частности, отбор рыб и зоопланктона. В ходе отбора проб на содержание зоопланктона был использован метод процеживания 100 литров воды через сети Джели из газ-сита №64, с последующим фиксированием 4 % раствором формалина, а образцы рыб (муксун, налим, ерш, нельма, сырок, щекур, щука, пыжьян, ряпушка и корюшка) отбирались с помощью рыболовных сетей.

Для определения класса качества поверхностных вод использовали индекс сапробности по Пантле и Букку, оценивающих состояние водных субъектов по соотношению в исследуемых пробах показательных организмов, характерных для поверхностных вод различной степени загрязненности (см.: табл. 1). По индексу сапробности нами был определен класс качества поверхностной воды реки Полуй, а основные характеристики зоопланктона сведены в таблицу 2.

Таблица 1

Определение класса качества воды.

Класс качества воды	Степень загрязнения воды	Индекс сапробности по Пантле и Букку
I	Очень чистые	менее 1.00
II	Чистые	1.00 - 1.50
III	Умеренно загрязненные	1.51 - 2.50
IV	Загрязненные	2.51 - 3.50
V	Грязные	3.51 - 4.00
VI	Очень грязные	более 4.00

Результат анализа проб зоопланктона показал, что река Полуй (в пределах исследуемой территории) относится в основном к первому классу качества вод – очень чистые воды, лишь в точке № 2, (около метеостанции «Полуй»)

поверхностные воды этого участка принадлежат ко 2-му классу и характеризуется как чистые воды. В точке отбора проб № 4, численность и биомасса зоопланктона достигает своего максимума, это означает что продуктивность водоёма, в этом месте наиболее высока.

Таблица 2

*Основные показатели зоопланктона на реке Полуи.*

№ пробы	Численность экз/м <sup>3</sup>	Биомасса мг/г	Индекс сапробности	Класс качества воды
1	160	0,0758	0,754	1
2	2900	1,0108	1,05625	2
3	2460	1,3155	0,6857	1
4	3410	3,8081	0,8879	1
5	1090	0,6761	0,7544	1
6	1630	1,3586	0,9107	1

Констатируя полученные данные в ходе нашего исследования, мы можем сделать вывод о том, что из всех анализируемых проб рыб в большей степени к накоплению тяжелых металлов предрасположены муксун и корюшка, а в меньшей степени ерш и пыжьян. Способность рыбой накапливать тяжелые металлы располагается в убывающем порядке следующим образом: Zn>Cu>As>Pb>Hg>Cd. Цинк способен в большей степени к накоплению в рыбе, чем медь, хотя в воде преобладающее место занимает медь. Таким образом, рыба способна к постоянному накоплению тяжелых металлов как из донных отложений (по трофической цепи), так и непосредственно из воды.

По результатам исследований можно заключить, что видовой состав зоопланктона и рыб приспособился в процессе эволюции к гидрохимическому состоянию изучаемого водоема. Качественный состав вод обусловлен процессами выветривания горных пород Полярного Урала. Живые организмы обитающие в реке Полуи эволюционно приспособились к содержанию широкого спектра и диапазона ряда химических элементов.

**Примечание**

1. Никаров, А. М. Научные основы мониторинга качества вод / Под ред. О. В. Лапина. – СПб., 1996. – 575 с.
2. Ежегодник качества вод по гидрохимическим показателям // Федеральная служба России по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды. 1995, 1996. – 305 с.

**ХАРАКТЕРИСТИКА ИХТИОФАУНЫ ОЗЕР СРЕДНЕГО ПРИОБЬЯ В ЗОНАХ ИНТЕНСИВНОЙ НЕФТЕДОБЫЧИ**

*Селюков А. Г., д.б.н., профессор; Шуман Л. А, Маркелова М. А., аспиранты Тюменский госуниверситет, г. Тюмень*

*Аннотация. Проведены исследования репродуктивной системы, жабр и печени у сиговых, карповых и окуневых рыб в водоемах Обь-Иртышского бассейна всех природно-климатических зон Тюменской области. Выявленные отклонения свидетельствуют о значительном накоплении, вследствие*

*хронической интоксикации, внешне нераспознаваемых патоморфологических изменений внутренних органов, что ведет к снижению жизненных ресурсов и в перспективе – падению численности рыбы.*

## **ICHTHYOFAUNA CHARACTERISTICS OF THE MIDDLE OB LAKES IN INTENSE OIL PRODUCTION AREAS**

*Seljukov A. G., Doctor of Biological Sciences, Professor; Shuman L. A., Markelova M. A., postgraduates, Tyumen State University, Tyumen*

*Abstract. Conducted are research on reproductive system, gills and liver of whitefish, carp and perch fish in basins of the Ob-Irtysh reservoir in all natural and climatic zones of Tyumen region. Identified deviations indicate caused by chronic intoxication considerable accumulation of exteriorly adiaagnostic pathomorphological changes of innards, leading to reducing of vital resources and decrease in the number as a prospect.*

Активная разработка нефтегазовых месторождений, сопровождающаяся разливами нефти, ее попаданием в водоемы изменяет гидрохимический режим и ухудшает качество среды, что проявляется в деграционных процессах водных экосистем. В зоне Средней тайги кислотность (рН) водоемов варьирует от 4.54 до 7.42; установлено высокое содержание в воде железа (>100 мкг/л), становящееся водорастворимым в анаэробных условиях болот. Авторами [1] показано, что в малых озерах (до 20 км<sup>2</sup>) среднетаежной зоны элементы распределялись в следующем порядке: 10-100 мкг/л – Al>B; 1-10 мкг/л – Mn>Zn>Ba>Sr>Cu>Li; 0.1-1 мкг/л – Mo>Rb>As>Pb>Ni>Ti>Bi>Ba> Cr>V>Sb; 0.05-0.1 мкг/л – Ce>Nd. Количество остальных микроэлементов было менее 0.05 мкг/л.

Исследуемые в летний сезон 2012 г. загрязненные озера таежной зоны (Полынтур, Ентльор, Качнылор, Белое) протянулись в широтном направлении: от Советского до Нижневартовского районов Ханты-Мансийского округа. В июле-августе в этих водоемах изучали состояние внутренних органов у типичных озерных аборигенов – плотвы и окуня.

В этих озерах, продолжительное время подвергавшихся техногенному воздействию в процессе эксплуатации нефтяных месторождений, произошли изменения гидрохимического режима. Так, в воде оз. Полынтур (Советский р-он) выявлено превышение нормы по железу (7 ПДК), меди (3.7 ПДК) и нитритам (10 ПДК); в оз. Ентльор (Сургутский р-он) на фоне низкого рН (5.2) зафиксировано превышение содержания железа (6.2 ПДК) и меди (1.5 ПДК). Наибольшие отклонения среди 50 исследованных показателей выявлены в озере Белое (Нижневартовский р-он), окруженном развитой нефтепромысловой инфраструктурой: в воде с рН 6.3 содержание общего железа было ниже, чем в других озерах (2.4 ПДК), однако вследствие высокой эвтрофикации увеличены аммоний (24.3 ПДК) и нитриты (11 ПДК). При этом содержание фтора составило 3.3 ПДК, а стронция – 2.3 ПДК. Продолжительное воздействие на

гидробионтов таких вод угнетает организм, нарушает его иммуно- и токсикорезистентность, поражает жизненно важные органы – жаберный аппарат, печень, гонады, почки и др.

В отличие от речных систем, гидрологический режим которых отличался низкой водностью, и уровень воды уже в начале июня соответствовал меженному, в озерах, подпитывающихся с болотных водосборов, водный режим оставался достаточно стабильным.

Нами проведено общее патологоанатомическое обследование рыб. Показано, что у плотвы в оз. Полынтур при внешнем отсутствии каких-либо клинических проявлений в респираторных ламеллах жабр у части особей выявлен гемостаз, аневризмы и другие нарушения (рис. 1 а, б). В печени ряда рыб отмечается гемолиз, у большинства особей наблюдаются умеренно- или слабобазофильные гепатоциты; нередко они претерпевают жировую дистрофию и дегенерируют (рис. 1 в). В почках часто встречаются фиброзные разрастания стенок сосудов (рис. 1 г), меланомакрофагальные центры и др. патологии. У окуня в этом водоеме отклонений во внутренних органах не выявлено, хотя у нескольких особей просматривается отечность жабр, а у 21% рыб печень бледная и дряблая, выявляются дегенерирующие гепатоциты.

Указанные отклонения обусловлены кумулятивным характером загрязнений, оказывающих преимущественное воздействие на органы детоксикации, накопления и выведения ксенобиотиков, каковыми в первую очередь являются печень и почки. Нарушения в жаберном аппарате вызваны постоянным контактом жаберного эпителия с окружающей средой. У самок и самцов обоих видов в оз. Полынтур нарушений в гонадах не выявлялось.

В оз. Ентльор ни у плотвы, ни у окуня не отмечено существенных отклонений в исследованных органах; выявлены слабые патологические изменения филаментов в жабрах и слабая дегенерация гепатоцитов в печени.

В озерах Качнылор и Белое полностью отсутствует плотва, и супердоминантом в ихтиофауне является окунь. Очень редко встречаются в первом – щука, во втором – ерш и также щука. В оз. Качнылор наполнение желудков у окуня было слабым или средним, жирность также слабая, реже – средняя. Отловленные рыбы были, как правило, неполовозрелые.

Напротив, в оз. Белое (спутнике оз. Самоглор), которое в 1970-90-х гг. было крайне загрязнено и в котором, как считается, нормальное развитие гидробионтов сегодня вряд ли возможно, окунь отличается высокими размерно-весовыми и генеративными характеристиками. У каждой пятой-седьмой особи в желудке находилось или несколько мальков и сеголеток окуня или крупный двухлеток. У всех рыб кишечник был заполнен двустворчатыми моллюсками – шаровками *Sphaerium* sp. Все сказанное свидетельствует о высоких пищевых потребностях рыб и их высокой жизнестойкости.

Только у части рыб в кишечнике присутствовали паразиты. Большая часть самок половозрелая, их яичники находились в Шб стадии зрелости, старшей генерацией половых клеток в которых были вителлогенные ооциты фазы накопления мелкозернистого желтка (рис. 2 а). При этом каких-либо нарушений в гонадах не выявляется. У большинства самцов в семенниках III

стадии зрелости (рис. 2 б) основная масса половых клеток представлена сперматоцитами, встречается множество цист сперматид и в просветах семенных канальцев накапливаются спермии.

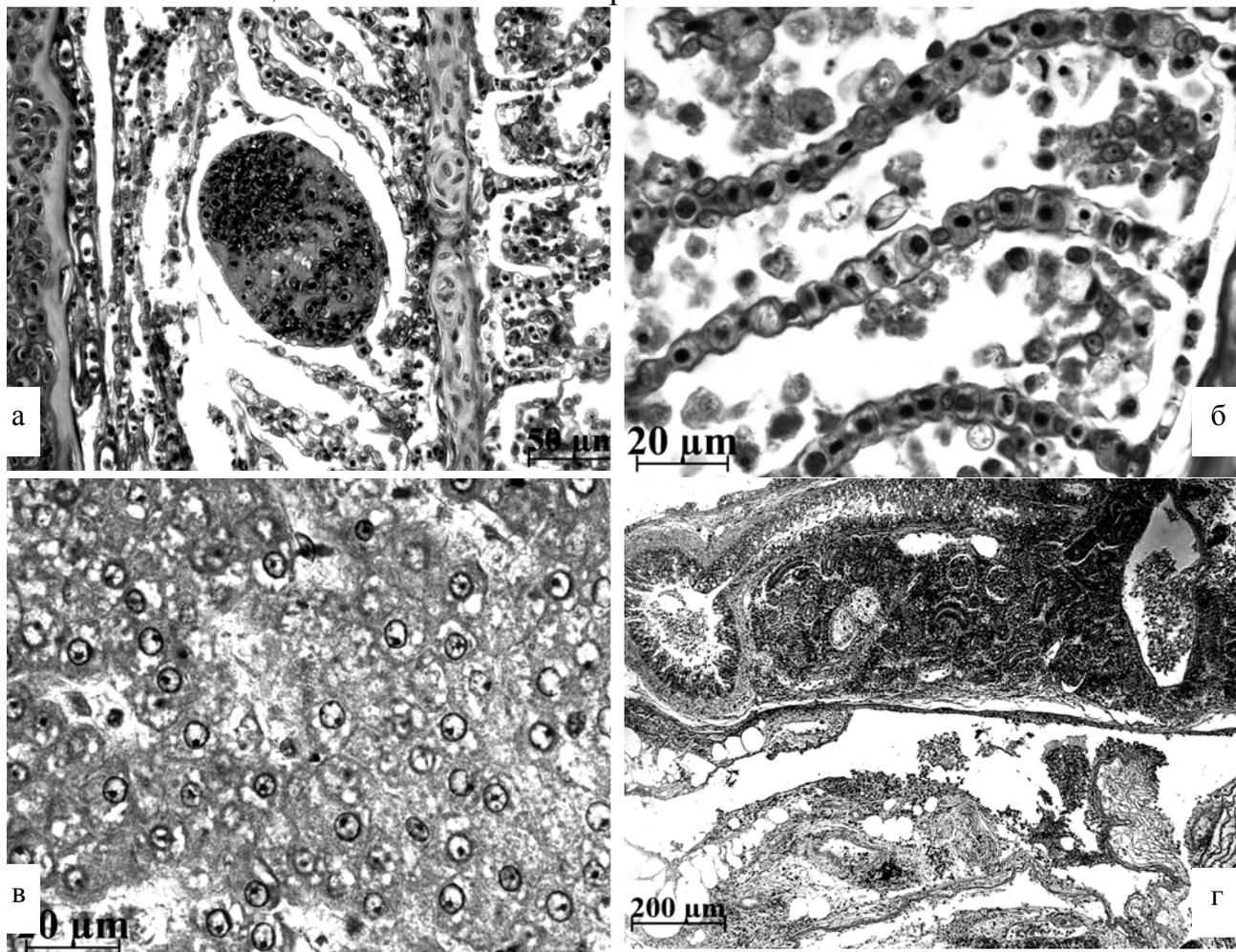


Рис. 1. Состояние внутренних органов плотвы оз. Полынтур (август):

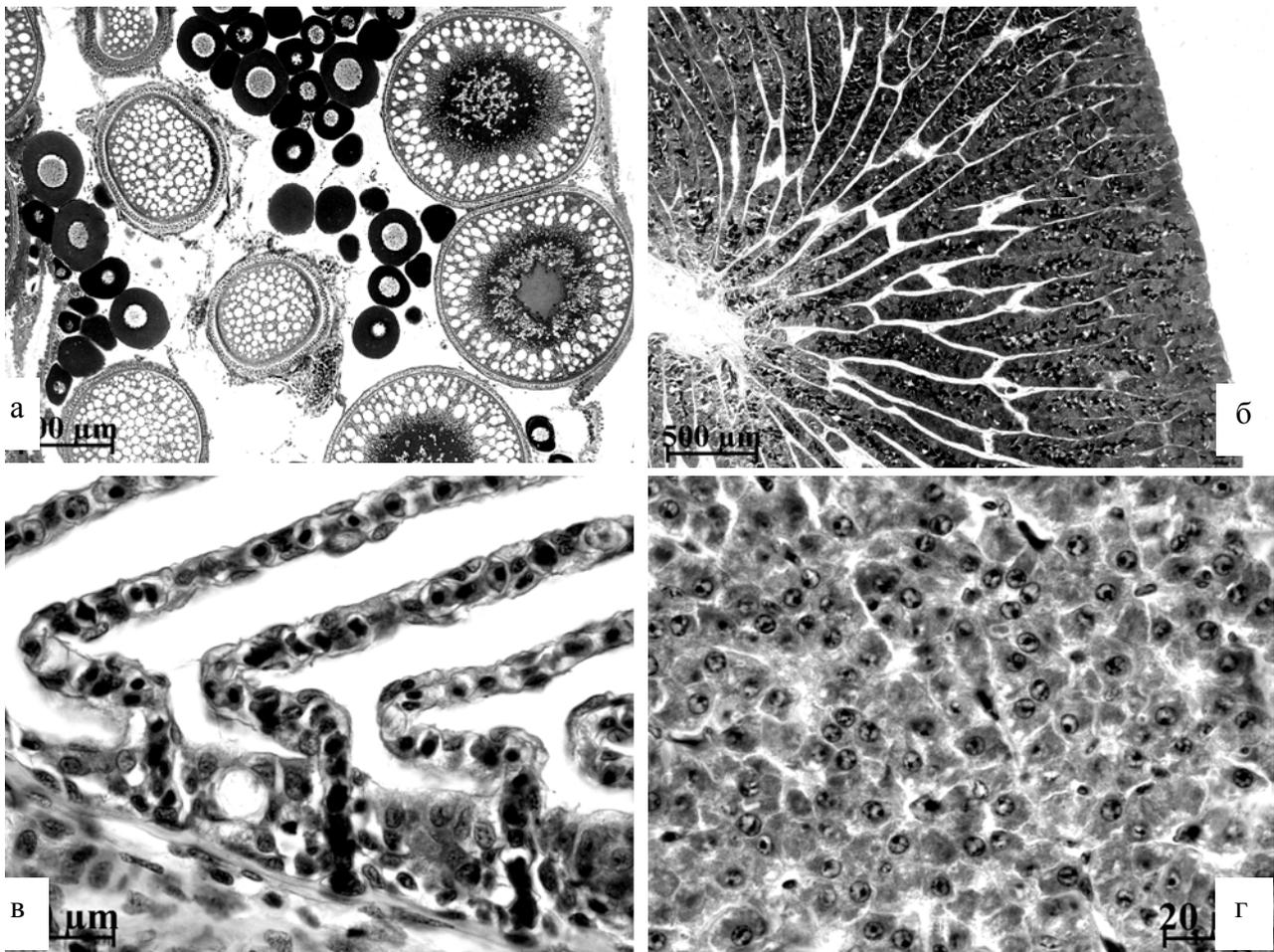
а – аневризма респираторной ламеллы вследствие гемостаза; остальные ламеллы истончены;

б – деструкция респираторных клеток и сращивание их с РЛ; видны истонченные РЛ без респираторных клеток.

в – в печеночной паренхиме наблюдается дегенерация гепатоцитов, на месте которых образуются каверны;

г – обширные фиброзные разрастания в ткани почки.

Как и у самок, в гонадах самцов отсутствуют какие-либо отклонения. В нормально развитых жабрах вставочный эпителий филаментов представлен 2-5 рядами клеток (рис. 2 в), в слизистых клетках редко присутствуют крупные капли, а в афферентной зоне просматриваются группы молодых недифференцированных клеток, что подтверждает нормальное функционирование жаберного аппарата. Респираторные ламеллы не утолщены, респираторные клетки на них не гиперплазированы и, как правило, без нарушений. У разновозрастных групп окуня обоего пола патологии в печени отсутствуют; цитоплазма гепатоцитов слабобазофильна (рис. 2 г). Жировой дистрофии гепатоцитов и цирротических разрастаний стенок сосудов печени, что так типично для интоксцированных рыб, не отмечено.



*Рис. 2.* Состояние внутренних органов окуня оз. Белое (август):

а – в яичнике Шб стадии зрелости ОСГ представлены вителлогенными ооцитами; патологий не выявлено;

б – семенник III стадии зрелости;

в – на участке жабр вставочный эпителий с 2-4 рядами клеток; видны слизистые и респираторные клетки; респираторные ламеллы без патологий;

г – в печени окуня нарушения отсутствуют; гепатоциты умеренно базофильны.

Можно полагать, что в данном озере реализуется трехзвенная трофическая цепь, описанная в свое время еще Л.С. Бергом для моновидовых ихтиоценозов: молодь и ранние сеголетки окуня питаются планктоном и бентосом, двухлетки – мальками и ранними сеголетками, а тех поедает старшие возрастные группы. В современных загрязненных озерах или озерах, ранее подвергавшихся интенсивному загрязнению, очевидно, реализуется именно эта схема. При этом что, будучи хищниками, которые потребляют сравнительно чистую молодь по причине кратковременности ее питания потенциально токсичными объектами, старшие возрастные группы избегают аккумуляции ксенобиотиков в организме. Кроме того, окунь в таких озерах не только характеризуется отсутствием патологических изменений внутренних органов, но и мало подвержен воздействию паразитофауны.

Таким образом, в загрязненных озерах *среднетаежной зоны* (Полынтур, Ентльлор, Качнылор, Белое), населенных преимущественно плотвой и окунем, оценка качества водной среды по их органам-индикаторам выявила отчетливую тенденцию возрастания патоморфологических изменений

в направлении: гонады – кишечник – печень – почки – жаберный аппарат. При этом практически все рыбы имеют малые, незначительные, значительные или обширные патологии жаберного эпителия как респираторной, так и вставочной зон при почти полном отсутствии анатомо-морфологических девиаций жаберных дуг или тычинок. У большинства рыб установлены отклонения в интерстициуме почек, у значительного числа – в печени (жировая дистрофия гепатоцитов, у некоторых – фиброз стенок сосудов), а нарушения генеративной ткани в гонадах встречаются редко.

#### *Примечание*

1. Кремлева, Т. А., Моисеенко, Т. И., Хорошавин, В. Ю., Шавнин, А. А. Геохимические особенности природных вод Западной Сибири: микроэлементный состав // Вестник Тюменского государственного университета. – 2012. – № 12. – С. 80-89.

### **К ВОПРОСУ РЕАЛИЗАЦИИ ПРОГРАММ СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ ТЕРРИТОРИЙ**

*Сидоренко О. В., к.т.н., заведующий кафедрой водоснабжения и водоотведения, ТюмГАСУ, г. Тюмень*

*Аннотация. Эффективная реализация федеральных и областных целевых программ социально-экономического развития территорий возможна при наличии высококвалифицированных специалистов, подготовкой которых занимаются ученые и ведущие специалисты ТюмГАСУ.*

### **ON THE ISSUE FOR REALIZING THE PROGRAMMS OF SOCIO-ECONOMIC TERRITORY DEVELOPMENT**

*Sidorenko O. V., PhD (Technical Sciences), Head of Water Supply and Sewerage Department, TSUACE, Tyumen*

*Abstract. To realize effectively federal and regional target programs of socio-economic territory development it is necessary to have highly skilled specialists, who are trained by scientists and leading specialists in TSUACE.*

«Обеспечение населения чистой питьевой водой является важнейшим направлением социально-экономического развития России» – с таких слов начинается Федеральная целевая программа «Чистая вода» на 2011-2017 гг. Главной целью этого документа является обеспечение населения питьевой водой, соответствующей требованиям безопасности и безвредности, установленным санитарно-эпидемиологическими правилами. Большая часть программы направлена на реализацию региональных проектов в сфере водоснабжения, водоотведения и очистки сточных вод.

Несмотря на относительно большие запасы как поверхностных, так и подземных вод в целом по Тюменской области наблюдается их явный

недостаток в отдельных районах (особенно юга области) при повсеместно низком качестве воды за счет антропогенного воздействия и естественных факторов. Для улучшения ситуации и в целях предупреждения развития негативных процессов в водохозяйственном комплексе и повышения уровня экологической безопасности в Тюменской области были реализованы, и реализуется в настоящее время, ряд долгосрочных целевых программ, среди которых:

– региональная программа «Обеспечение населения юга Тюменской области питьевой водой» (1996 г.);

– «Основные направления развития жилищно-коммунального хозяйства» на 2012-2014 гг. – департамент ЖКХ;

– «Основные направления охраны окружающей среды Тюменской области» на 2012-2014 гг. – департамент недропользования и экологии.

В рамках этих программ предусматривается строительство и реконструкция водопроводных и канализационных очистных сооружений, ввод в эксплуатацию новых водозаборов, реконструкция водопроводных и канализационных сетей, а также мероприятия по охране водных объектов от загрязнений и регулированию стока.

Особое внимание при реализации любой программы социально-экономического развития территории должно уделяться подготовке квалифицированных кадров. На сегодняшний день Тюменский государственный архитектурно-строительный университет является единственным в регионе вузом, выпускающим специалистов в области водоснабжения и водоотведения. Ежегодно кафедра водоснабжения и водоотведения готовит около 50-60 выпускников (всех форм обучения), востребованность которых с каждым годом увеличивается.

Начиная с 1976 г. было осуществлено 37 выпусков, что позволило обеспечить работодателей более 1500 специалистов в сфере водоснабжения и водоотведения. Несмотря на достаточно большие для данной сферы деятельности цифры по выпускникам, в области отмечается дефицит специалистов – инженеров данного профиля.

К сожалению, большинство студентов, получив диплом о высшем образовании, стремятся найти работу в областном центре. При этом привлечь специалиста (даже молодого без опыта работы) в северные районы региона или небольшие поселки юга области достаточно сложно. По результатам опроса студентов, не более 5% выпускников готовы начать свою трудовую деятельность за пределами города Тюмени, лишь единицы возвращаются в места постоянного проживания для работы по специальности.

Более 80% ИТР ООО «Тюмень Водоканал» являются выпускниками кафедры водоснабжения и водоотведения ТюмГАСУ разных лет. В водопроводно-канализационных хозяйствах большинства городов и поселков ЯНАО и ХМАО ситуация прямо противоположная. Отсутствие квалифицированного персонала, опыта работы и несоблюдение технологий отражается на работе очистных сооружений и в итоге на качестве воды, поступающей потребителю.

Частично удовлетворить потребность отрасли в кадрах возможно за счет реализации программы целевой подготовки студентов, которая должна осуществляться в соответствии с образовательными стандартами и с учетом потребности предприятий и требований к уровню и качеству подготовки. В договоре на целевую подготовку важно предусмотреть гарантированное закрепление выпускника на предприятии.

Целевая форма обучения позволяет предприятию принимать активное участие в образовательном процессе, путем:

- выбора специализации с учетом специфики предприятия при выполнении студентами курсовых проектов и во время прохождения производственной практики;

- привлечения опытных специалистов-практиков для проведения занятий, мастер-классов, наставничества и др. мероприятий;

- выбора тем дипломных проектов по тематике и проблемам заказчика и пр.

Наличие базового образования еще не является основанием показателем дальнейшей успешной работы. В современных условиях инженер должен продолжать свое обучение в течение всего периода трудовой деятельности: следить за изменением нормативной базы, новыми технологиями и оборудованием. Силами ученых и ведущих специалистов кафедры водоснабжения и водоотведения проводятся курсы повышения квалификации для работников водопроводно-канализационного хозяйства.

В последние годы отмечается снижение уровней воды в реках области. Уже несколько лет поднимается вопрос рационального использования водных ресурсов Тюменской области. В частности, на заседании коллегии экологов Общественного совета города Тюмени, было высказано предложение о строительстве водозабора на реке Иртыш (на расстоянии 200 км от Тюмени, в створе Тобольска), который позволит решить проблему обеспечения водой жителей Тюмени и муниципальных образований юга области. Данный комплекс сооружений обеспечит замкнутый цикл водопользования: «Тюмень взяла из Иртыша – Тюмень отдала Иртышу (через Туру и Тобол)». Дополнительно решается вопрос по расчистке притоков и углублению русла реки Тура, начиная от границ Свердловской области и заканчивая местом ее впадения в реку Тобол.

Реализация этих и других более глобальных проектов потребует привлечения большого числа специалистов не только в области водоснабжения, но и гидротехнического строительства. Поэтому возможно уже сейчас стоит задуматься об открытии на базе ТюмГАСУ на направлении подготовки «Строительство» нового профиля «Гидротехническое строительство». В настоящее время есть необходимость в реконструкции, восстановлении и строительстве новых объектов гидротехнических сооружений и мелиорации, а, следовательно – в дальнейшей реализации данной программы на новом инновационном уровне.

## **БИОГЕОХИМИЯ КАК ФАКТОР АДАПТАЦИИ**

*Соловьев В. С., д.мед.н., профессор; Елифанов А. В., к.б.н., доцент, Тюменский госуниверситет; Соловьева С. В., д.мед.н., доцент, Тюменская государственная медицинская академия, г. Тюмень*

*Аннотация. Нормальное существование человека возможно при единстве внешней и внутренней среды организма. Вода является интегративным фактором, объединяющим эти среды, но она же обеспечивает специфические черты адаптации в различных биогеохимических провинциях, исследованию чего и посвящена данная работа.*

## **BIOGEOCHEMISTRY AS ADAPTATION FACTOR**

*Solov'ev V. S., Doctor of Medicine, Professor; Elifanov A. V., PhD (Biological Sciences), Associate professor, Tyumen State University; Solov'eva S. V., Doctor of Medicine, Associate professor, Tyumen State Medical Academy, Tyumen*

*Abstract. Human normal existence is possible in the unity of internal and external organism environment. Water is integrative factor, uniting these environments as well as it provides specific adaptive characteristics in different biogeochemical areas. This paper is devoted to this issue.*

Создание популяции человека на территории Тюменской области носит сложный характер, но основной прирост населения идет в автономных округах. Наиболее интенсивное увеличение происходило в Среднем Приобье, т.е. Ханты-Мансийском автономном округе (ХМАО). В 1959 году число жителей ХМАО составляло 123,9 тыс. человек, в 2010 1530 тыс. Первоначальный план освоения месторождений нефти и газа вахтовым методом был решительно и окончательно отвергнут и обживание осуществлялось по традиционному типу создания общества, включая производство, жилье, образование, здравоохранение, транспорт и другие элементы стационарной селитебной зоны. Главной заботой новопоселенцев стала акклиматизация.

Природноклиматические условия Севера для приезжих из биологической родины южной и поволжской полосы России, Украины – вызывали у новопоселенцев существенные перестройки физиологии, психологии, морфологии организмов. Ответные реакции приспособления охватывали все регуляторные и исполнительные системы, а холодовой фактор вызывал активные защитные реакции от напряжения до стресса. Особенно существенной чертой приживаемости стало обеспечение энергетического обмена, т.к. адаптация шла по пути формирования нового кислородно-энергетического гомеостаза. Питание – единственный физиологический механизм поставки энергии. Организация состава пищи требует обязательного соблюдения полноценного питания. Идеальная ситуация, когда пища и вода новой территории соответствуют сложившейся на биологической родине, на

Севере невозможна, здесь все другое. Но другого варианта, т.е. жизни без приспособления к новой экологической и социальной среде нет.

Произошедшая в результате переселения в новые места обитания перестройка всех видов обмена вещества, включая водносолевой обмен, связана с особенностями биогеохимии территорий. Учение А.П. Виноградова о биогеохимических провинциях постулирует неоднородность качественного и количественного химического состава географических зон. Параллельной областью знаний является экологическая медицина, изучающая природно-очаговые, географические болезни, возникающие из-за избытка или недостатка в почве, воде, воздухе, растительной и животной пище микроэлементов. В отечественной медико-биологической науке изучение микроэлементного состава параметров окружающей среды на Севере связано с работами А. П. Авцына, изучившего предпосылки заболеваний биогеохимического происхождения, доказавшего, что вода является главной причиной распространения и перераспределения химических элементов на земле. Это позволило, в частности, установить эндемические патологии Западной Сибири, значительную часть территории которой занимает Тюменская область и входящие в ее состав автономные округа. Вода находится в реках, озерах, болотах, главным образом, пополняясь атмосферными осадками.

Постоянное население – малочисленные коренные народности, коренные русские – многие поколения живут в бассейне Оби, Иртыша, на берегах их притоков. Они выработали прочные механизмы адаптации, но сейчас более 90 % населения области представлено новопоселенцами из далеких от Сибири и Севера регионов. На начальном этапе освоения у приезжих в пищу преобладали консервы и привозные продукты. Сейчас значительная часть общественного питания и домашней кухни приспособлена к местной воде, активно корректируется микроэлементный состав, содержание витаминов в пище новопоселенцев. Однако анализ заболеваемости приезжих и их потомков говорит о ее росте, что свидетельствует о наличии в процессе приживаемости на Севере стресса, требующего для успешной адаптации на Севере напряжения всех систем жизнеобеспечения у человека любого возраста.

Общие демографические показатели населения северных территорий благоприятны, нежели в большинстве регионов РФ, но безусловная перспектива дальнейшего пребывания новопоселенцев требует активной поддержки их приспособительных механизмов, в которых главную роль играют здоровье и питание. Анализ состава воды, воздуха, почв, биоценозов растительного и животного типа должны носить характер мониторинга, иметь достаточное научное обеспечение. Выполненные учеными тюменского университета исследования по реализации государственной программы изучения водных сред области открыли новые факты биологического, химического, физического состава воды и почвы. Детальное рассмотрение их результатов будет использовано и в повышении адаптивных свойств человека путем коррекции пищи и воды северян.

## **ДИАГНОСТИКА СОСТОЯНИЯ РЕКИ ТУРА В ПЕРИОД ЗИМНЕЙ МЕЖЕНИ ПО ДАННЫМ ЭЛЕМЕНТНОГО И ИОННОГО СОСТАВА ВОДЫ**

*Сутормина Е. С., Третьяков Н. Ю., Турнаев В. А., Котова Т. П., Тюменский  
государственный университет, г. Тюмень*

*Аннотация. Методами ионной хроматографии и элементного анализа  
исследован состав воды реки Тура на протяжении 150 км выше г. Тюмени.  
Установлены индикаторные элементы, характеризующие антропогенную  
нагрузку на водоем.*

## **TESTING THE STATE OF THE TURA RIVER IN WINTER LOW WATER PERIOD ACCORDING TO THE DATA OF ELEMENT AND ION WATER COMPOSITION**

*Sutormina E. S., Tret'jakov N. Ju., Turnaev V. A., Kotova T. P., Tyumen State  
University, Tyumen*

*Abstract. Using methods of ion chromatography and element analysis tested is  
the Tura river water composition for the space of 150 km from Tyumen. Established  
are indicator elements, characterizing anthropogenic load to the basin.*

Хозяйственная деятельность, которая осуществляется на территориях, как непосредственно прилегающих к водотокам, так и находящихся в пределах их водосборов, оказывает негативное воздействие на состояние поверхностных вод. Загрязняющие вещества могут поступать в водные объекты со сбросами сточных вод предприятий (так называемые организованные или точечные источники). Нагрузка от источников такого типа в безаварийных условиях работы сравнительно постоянна по объемам сбросов (расходу сточных вод) и концентрациям загрязняющих веществ [1].

Для водотоков бассейна реки Тура актуальна проблема диффузного загрязнения, рассредоточенного по водосборной территории. В составе поверхностного стока присутствует большой ассортимент техногенных загрязнителей, находящихся на поверхности водосборных территорий вследствие их хозяйственного освоения.

Мониторинг воды проводился в характерные гидрологические сезоны (зимняя межень). Отбор проб воды осуществлялся из поверхностного горизонта водной толщи в соответствии с ГОСТ 17.1.5.05-85. Исследовано 6 проб воды, отобранных между городами Туринск и Тюмень в марте 2012 г.

1. Населенный п. Усть-Ница (500 мл, пластиковая емкость) – образец № 1.
2. Населенный пункт Туринская Слобода (500 мл, пластиковая емкость) – образец № 2.

3. Населенный пункт Андроново (500 мл, пластиковая емкость) – образец № 3.

4. Населенный пункт Липовское (500 мл, пластиковая емкость) – образец № 4.

5. Населенный пункт Туринск (500 мл, пластиковая емкость) – образец № 5.

6. Населенный пункт Чекуново (500 мл, пластиковая емкость) – образец № 6.

Исследование образцов на содержание общего, органического, неорганического углерода и общего азота проводили на элементном анализаторе «Vario TOC cube» компании «Elementar» (Германия).

Ионный состав поверхностных вод определяли методом ионной хроматографии (МВИ ФР.1.31.2005.01738, МВИ ФР.1.31.2005.01724 - анализ катионов и анионов, соответственно) на ионных хроматографах ICS 1100 и ICS 2100 производства фирмы «Dionex» США.

В *таблице 1* сведены результаты определения общего, органического, неорганического углерода и общего азота в образцах воды.

Средняя концентрация общего азота в природных водах колеблется в значительных пределах и зависит от трофности водного объекта: для олиготрофных изменяется обычно в пределах 0.3-0.7 мг/дм<sup>3</sup>, для мезотрофных – 0.7-1.3 мг/дм<sup>3</sup>, для эвтрофных – 0.8-2.0 мг/дм<sup>3</sup>. В исследованных образцах поверхностной воды общее содержание азота находится в диапазоне 5-19 мг/дм<sup>3</sup>, что характерно в период зимней межени (когда в реках максимально проявляется дефицит кислорода) [1]. Во всех водах содержание общего углерода находится в диапазоне 90-140 мг/дм<sup>3</sup>, причем содержание неорганического углерода (в виде гидрокарбоната) преобладает над органическим углеродом.

*Таблица 1*

*Содержание углерода и азота в водах.*

Номер образца	ТС Концентрация неорганического углерода, мг/л	ТОС Концентрация органического углерода, мг/л	ТС Концентрация общего углерода, мг/л	TNB Концентрация общего азота, мг/л
1	74,202	64,777	137,980	5,683
2	78,066	60,215	138,281	4,807
3	74,659	63,659	138,318	7,293
4	70,287	67,528	137,815	9,101
5	64,407	26,411	90,818	19,213
6	63,030	26,297	89,327	8,859

В *таблицах 2 и 3* сведены результаты определения концентрации основных ионов в образцах поверхностных вод.

В первом образце оказалось высокое содержание ионов натрия и хлорид-ионов (превышают ПДК речных вод). Следовательно, значительное увеличение концентрации хлоридов в воде рек может служить чувствительным индикатором техногенной нагрузки, или вблизи точки отбора этой пробы находится естественный выход минерализованных вод. Эта проба также

отличается от остальных проб по содержанию ионов магния, кальция, сульфат- и бромид-ионов. Для остальных проб содержание хлорид-ионов составляет 50-60 мг/дм<sup>3</sup>.

Таблица 2

*Концентрации основных катионов в образцах.*

Катионы (мг/л)	Литий	Натрий	Аммоний	Калий	Магний	Кальций
Место отбора проб						
Усть-Ница	0,07±0,01	1029,28±154,39	24,60±2,46	14,27±2,14	8,48±1,27	33,67±5,05
Туринская слобода	< 0,01	40,84±6,13	4,21±0,42	5,16±0,47	17,60±2,64	60,31±9,05
Андроново	< 0,01	44,92±6,74	4,48±0,45	6,43±0,97	16,49±2,47	56,25±8,44
Липовское	< 0,01	44,80±6,72	5,94±0,59	5,52±0,83	17,14±2,57	57,78±8,67
Туринск	< 0,01	38,70±5,81	4,09±0,41	5,04±0,76	16,40±2,46	54,02±8,10
Чекуново	< 0,01	37,29±5,59	2,81±0,28	4,47±0,67	15,88±2,38	51,80±7,77

Таблица 3

*Концентрации основных анионов в образцах.*

Анионы (мг/л)	Фториды	Хлориды	Нитриты	Бромиды	Нитраты	Сульфаты	Фосфаты
Место отбора проб							
Усть-Ница	>0,01	1648,42±164,84	0,04±0,01	11,01±1,10	0,80±0,12	4,34±0,43	0,05±0,01
Туринская слобода	0,60±0,09	52,96±5,30	0,05±0,01	0,10±0,02	0,15±0,02	67,08±6,71	0,05±0,01
Андроново	0,60±0,09	58,14±5,81	0,06±0,01	0,15±0,02	0,10±0,02	62,51±6,25	0,30±0,05
Липовское	0,70±0,11	56,24±5,62	3,71±0,37	0,10±0,02	4,16±0,62	64,40±6,44	0,10±0,02
Туринск	0,60±0,09	53,36±5,34	0,15±0,02	0,11±0,02	22,34±3,35	55,80±5,58	0,05±0,01
Чекуново	0,70±0,11	50,86±5,09	0,15±0,02	0,10±0,02	22,70±3,41	64,65±5,47	0,05±0,01

Явно выделяются пробы воды № 5 и № 6 по содержанию нитрат-ионов, что указывает на посторонний источник их поступления в реку.

Особенности гидрологического режима (длительный ледостав, растянутое весенне-летнее половодье, преимущественно снеговое питание) определяют гидрохимические особенности рек южной зоны Западной Сибири: высокая цветность, кислые значения рН, высокие концентрации органического вещества, соединений железа, дефицит растворенного кислорода. Хозяйственная деятельность, осуществляемая на водосборе реки Тура, оказывает определенное, иногда значительное влияние на показатели химического состава воды. Наиболее показательными для индикации антропогенной нагрузки на водные экосистемы Туры являются хлориды, нитраты, аммоний.

### *Примечание*

1. Шорникова, Е. А. Диагностика состояния экосистем водотоков на лицензионных участках нефтяных месторождений среднего приобья // Нефтегазовое дело. – 2007. – С. 1-26.

## **НАНОФИЛЬТРАЦИЯ – КАК ОДИН ИЗ СОВРЕМЕННЫХ БЕЗОПАСНЫХ СПОСОБОВ ОЧИСТКИ ВОДЫ ОТ ВРЕДНЫХ ПРИМЕСЕЙ**

*Томус И. Ю., к.мед.н., доцент; Гузеева С. А., к.б.н., доцент, ТюмГАСУ, г. Тюмень*

*Аннотация. В статье рассмотрены вопросы нанофильтрации воды как один из современных способов ее очистки.*

## **NANOFILTRATION AS ONE OF THE MODERN SECURE WAYS TO PURIFY WATER FROM HARMFUL CONTAMINATIONS**

*Tomus I. Ju., PhD (Medicine), Associate professor; Guzeeva S. A., PhD (Biological Sciences), Associate professor, TSUACE, Tyumen*

*Abstract. The paper deals with the issues of water nanofiltration as one of the modern ways to purify water.*

Современные темпы развития строительных технологий не всегда идут в ногу с развитием технологий водоподготовки, используемых для санитарно-технического оснащения современных зданий. Традиционные технологии, использующие напорные фильтры с загрузками из песка, угля и ионообменных смол достаточно «громоздки», требуют затрат при их эксплуатации, образуют стоки при их промывке и регенерации, что оказывает негативное воздействие на состояние окружающей среды и здоровье человека в целом.

Одним из наиболее эффективных методов очистки воды в настоящее время считается нанофильтрация. Нанофильтрация – это процесс фильтрации воды через полупроницаемую ультратонкую мембрану, которая задерживает различные растворенные загрязнители на молекулярном уровне. Для нанофильтрации воды в системах водоочистки используются специальные установки, в которых основным функциональными элементами является полупроницаемая мембрана и насос, необходимый для обратного осмоса.

В основе очистки воды методом нанофильтрации, в отличие от очистки воды с применением сильнокислотного катионита, лежит физический процесс, известный как обратный осмос. Если при осмосе вода, разделяемая на две части полупроницаемой перегородкой, равномерно распределяется и содержит одинаковое количество растворенных веществ, то при обратном осмосе дело обстоит иначе: вода при нанофильтрации разделяется на две неравные части, каждая из которых содержит разные доли растворенных веществ – меньшая часть будет представлять концентрированный солевой раствор, а большая –

кристально чистую воду. При нанофильтрации воды через полупроницаемую мембрану используется давление, которое позволяет обращать осмос и отделять растворенные вещества от чистой воды. В результате приложения давления молекулы воды продавливаются сквозь полупроницаемую мембрану, в то время как более крупные молекулы веществ с отличными от молекул воды свойствами остаются с обратной стороны мембраны (см.: рис. 1).

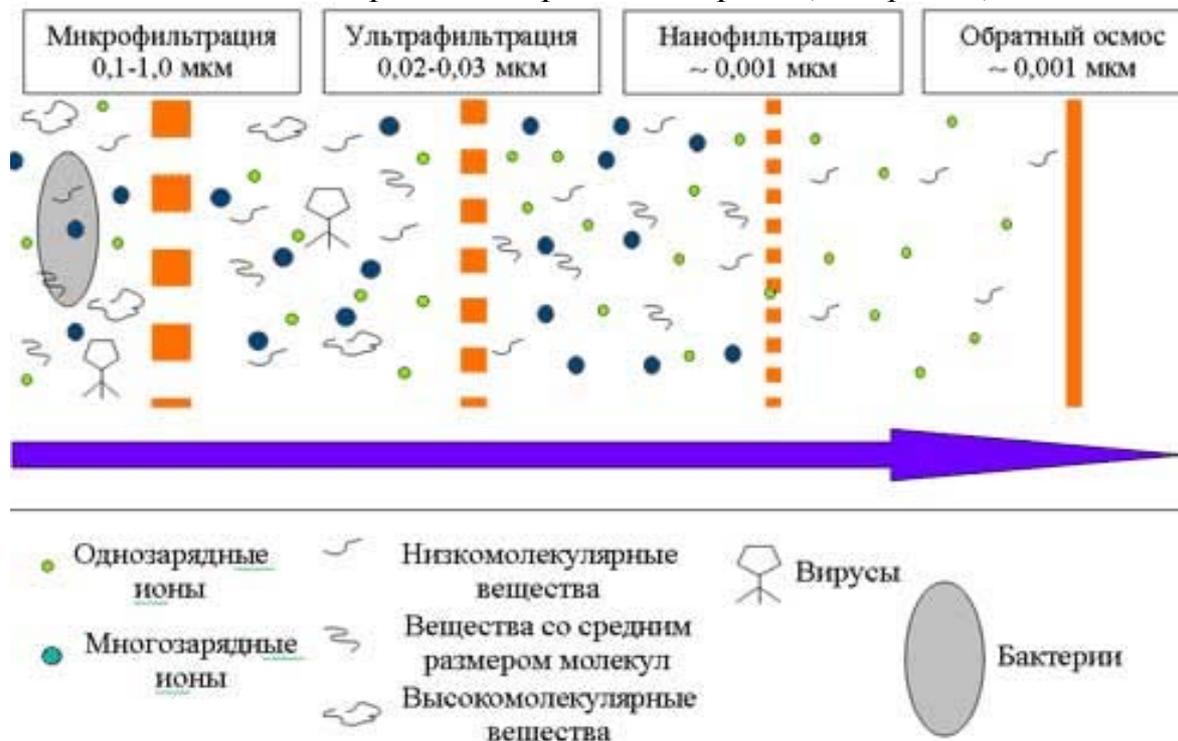


Рис. 1. Схема нанофильтрации воды.

Механизмом переноса молекул воды чрез полупроницаемую мембрану при нанофильтрации является активированная диффузия — процесс, при котором два смежных вещества под воздействием давления соединяются на молекулярном уровне. В результате чего при нанофильтрации молекулы воды проходят сквозь мембрану и отделяются от нее с обратной стороны. Селективность полупроницаемых мембран, используемых для нанофильтрации воды, обуславливается особенностями их строения и составом, вследствие чего полупроницаемые мембраны для нанофильтрации воды пропускают молекулы воды, а также, некоторые органические молекулы, сходные по своим свойствам с молекулой воды, и некоторые одновалентные ионы. Так, прошедшая нанофильтрацию вода может содержать некоторое количество растворенных веществ вроде натрия или хлора, чье присутствие в воде допустимо.

Установки для нанофильтрации воды используются в основном для полного обессоливания воды, то есть для получения технической воды, которая может быть использованы в промышленности для самых различных нужд от промывки металлического оборудования, контакт с неочищенной водой которых приводит к их выходу из строя, до пищевой промышленности, где техническая вода используется для производства разной продукции (см. рис. 2).



*Рис. 2.* Промышленная установка нанофильтрации воды.

Широко распространены установки для нанофильтрации воды и в химической промышленности, где зачастую чистота воды имеет решающее значение для тех или иных процессов. Зачастую установки для нанофильтрации используются в котельных и системах отопления, где неочищенная вода становится причиной возникновения накипи и значительно снижает эффективность работы системы. Не малое распространение имеют установки для нанофильтрации в системах водоснабжения различных медицинских учреждений, фармацевтических компаниях, нефтеперерабатывающей промышленности. В некоторых случаях установки для нанофильтрации воды используются для очистки опасных для окружающей среды сточных вод некоторых отраслей производства. Это связано с высокой степенью эффективности работы установок для нанофильтрации воды.

Существует мнение, что воду, прошедшую нанофильтрацию, не рекомендуется употреблять в пищу, так как из воды извлекаются все примеси, в том числе необходимые человеческому организму минеральные вещества и соли. Данный вопрос достаточно спорный, так как в настоящее время метод нанофильтрации уже широко применяется для очистки поверхностных и подземных вод, в том числе и на таких крупных городских сооружениях как станции водоочистки в Париже (10000 м<sup>3</sup>/ч) и Нидерландах (6000 м<sup>3</sup>/ч).

Таким образом, нанофильтрация воды – это хороший, перспективный и экологически безопасный способ очистить используемые для водоснабжения поверхностные воды (реки, озера) и артезианские водоносные горизонты от большинства загрязнений за один раз и без дополнительной очистки.

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ БЕНЗ(А)ПИРЕНА В ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОДАХ ЮГА ТЮМЕНСКОЙ ОБЛАСТИ\*

*Турнаев В. А., Третьяков Н. Ю., Котова Т. П., Пухова М. С., Тюменский госуниверситет, г. Тюмень*

*Аннотация. Изучена возможность использования метода твердофазной экстракции для концентрирования полициклических ароматических углеводородов на примере бенз(а)пирена из поверхностных вод и последующего анализа конечных экстрактов методом ВЭЖХ. Полученные результаты анализа поверхностных вод в бассейнах рек Тура и Тобол свидетельствуют об удовлетворительной экологической ситуации относительно ПАУ.*

## ESTIMATING BENZAPYRENE IN SURFACE WATER IN TYUMEN REGION SOUTH

*Turnaev V. A., Tret'yakov N. Ju., Kotova T. P., Puhova M. S., Tyumen State University, Tyumen*

*Abstract. Studied is the opportunity of solid-phase extraction utilizing to concentrate multiring aromatic hydrocarbon in terms of benzapyrene from surface water and the following analysis of the final extracts by HELC. Testing results of the Tura and Tobol basins surface water indicate the satisfactory ecological situation relating to PAH.*

Полициклические ароматические углеводороды (ПАУ) – являются широко распространёнными загрязнителями окружающей среды, относящиеся по уровню воздействия на живые организмы к суперэкоксикантам. Наибольшей канцерогенной активностью среди которых обладает бенз(а)пирен (БаП) – единственное нормируемое соединение в России из этого класса, принятый в качестве индикатора присутствия ПАУ в окружающей среде. Мониторинг ПАУ в питьевой воде, воздухе, твердых и жидких отходах используется для природоохранных целей. Анализ поверхностных вод позволяет сделать выводы об источниках и путях поступления в водную экосистему ПАУ, охарактеризовать интенсивность и многолетнюю динамику этого воздействия [1, с. 220-221].

Используемые в настоящее время методы одновременного определения индивидуальных ПАУ в смеси являются сложными и малоприменимыми. В связи с этим возрастает интерес к разработке простых и экспрессных методов прямого определения ПАУ, в том числе и бенз(а)пирена. В настоящей работе была изучена возможность использования метода твердофазной экстракции для концентрирования ПАУ из поверхностных вод и последующего анализа

---

\* Работа выполнена при поддержке гранта по ФЦП «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России» (Соглашение № 14. В37.21.1255).

конечных экстрактов методом ВЭЖХ. Объектами исследований были воды рек и озер юга Тюменской области (см.: табл. 1). Отбор проб производился в мае-августе 2012 г. Определение концентрации БаП проводили по методикам [2, 3].

Твердофазную экстракцию в лабораторных условиях проводили с применением концентрирующих патронов «DIONEX SolEx C18» на автоматизированной системе для твердофазной экстракции (ТФЭ) «AutoTrace SPE – 280», компании «Dionex» (США). Полученные органические экстракты пропускали через колонку с безводным сульфатом натрия, который затем промывали чистым растворителем (или смесью растворителей). Растворители из объединенных экстрактов удаляли досуха в вакууме на роторном испарителе при температуре не выше 40°C. Реэкстракцию ПАУ, оставшихся после упаривания растворителей в виде сухого остатка, проводили смесью ацетонитрил: вода (7: 3), объемом 1 мл.

Таблица 1

*Исследование воды рек и озер юга Тюменской области.*

№	Место отбора пробы воды	Номер пробы
1.	Река Тура, пос. Усть-Ница	образец №1
2.	Река Тура, пос. Туринская Слобода	образец №2
3.	Река Тавда, д. Антропово	образец №3
4.	Река Тура, д. Липовское	образец №4
5.	Река Тура, г. Туринск	образец №5
6.	Река Тура, д. Чекуново	образец №6
7.	Старица Ульяновская, д. Малый Эсаул, Ярковский район	образец №7
8.	Река Тура, 2-ой Заречный мкр., г. Тюмень	образец №8
9.	Река Тура, 22 км Ирбитского тракта	образец №9
10.	Старица Лукашино, 42 км Ирбитского тракта	образец №10

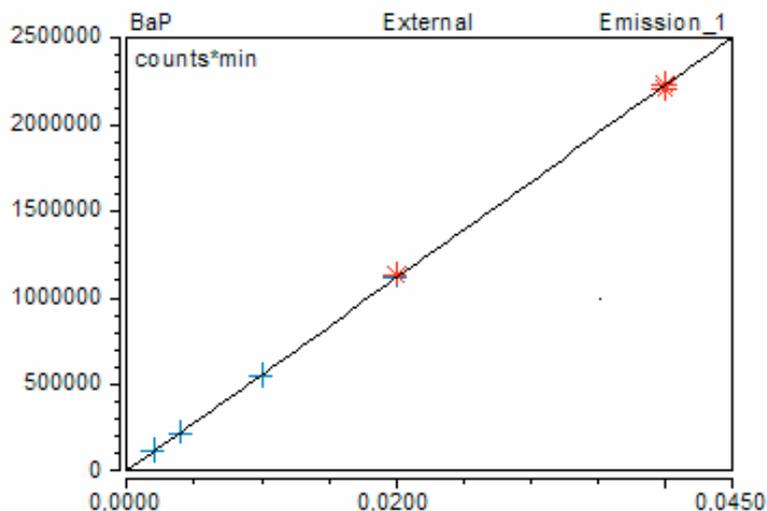
Полученные сконцентрированные экстракты использовали для идентификации и определения БаП в природных водах методом жидкостной хроматографии со спектрофлуориметрическим детектированием (жидкостной хроматограф UltiMate 3000, Dionex, США).

Градуировку проводили путем хроматографирования растворов БаП концентрации 0,002 мкг/см<sup>3</sup>, 0,004 мкг/см<sup>3</sup>, 0,01 мкг/см<sup>3</sup>, 0,02 мкг/см<sup>3</sup> и 0,04 мкг/см<sup>3</sup>, приготовленных из ГСО БаП. Регистрировали не менее двух хроматограмм для каждого раствора. Используя программное обеспечение к прибору или компьютерные программы, предназначенные для обработки градуировочных характеристик, строили градуировочную зависимость, проходящую через начало координат, в виде зависимости значений площади (высоты) пика на хроматограмме от массовой концентрации БаП в градуировочном растворе. На *рис. 1* представлен градуировочный график для определения концентрации БаП в природных водах методом ВЭЖХ в диапазоне концентраций 0,002-0,04 мкг/см<sup>3</sup>.

Ежедневно проводили анализ одного из градуировочных растворов, для проверки градуировочной характеристики.

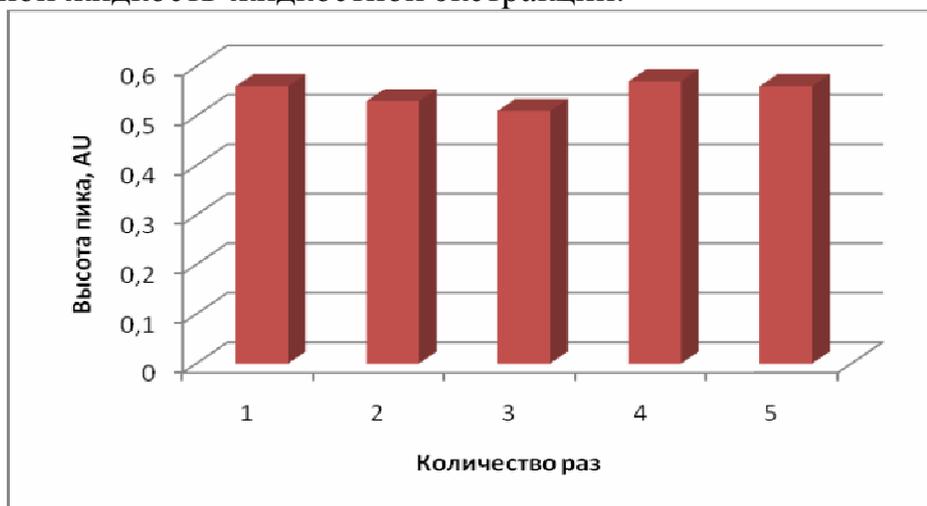
В работе была исследована возможность многократного использования картриджа для твердофазной экстракции. В этой серии эксперимента через патрон пропускали 100 мл водного раствора БаП, содержащего 50 нг ПАУ.

После высушивания патрона производили смыв БаП 4 мл растворителя, упаривали в токе азота до 0,5 мл. Концентрат анализировали. На *рис. 2* приведена гистограмма высот хроматографического пика БаП после пяти последовательных определений, свидетельствующая, о том, что патрон для ТФЭ можно использовать не менее 5 раз.



*Рис. 1.* Градуировочная зависимость площади пиков БаП от его концентрации.

Хроматографический анализ конечных экстрактов (обр. 1-10) на содержание БаП показал, что все исследованные водоемы не содержат бенз(а)пирен. На всех хроматограммах отсутствуют пики посторонних компонентов, проявляющихся при концентрировании токсиканта методом традиционной жидкость-жидкостной экстракции.



*Рис. 2.* Зависимость высот пиков БаП от количества операций «посадка» и «снятие» с патрона для ТФЭ Диапак С16М.

Полученные результаты свидетельствуют об удовлетворительной экологической ситуации относительно ПАУ в бассейнах рек Тура и Тобол, которые являются источниками питьевой воды для населенных пунктов Тюменской и Свердловской областей.

### **Примечание**

1. Куршева, А. В. Ароматические углеводороды как один из критериев геохимической оценки нефтяных разработок на акватории Печорского моря / Куршева А. В., Литвиненко И. В. // Тезисы докладов XVI Международной школы морской геологии. Геология морей и океанов. – М.: ГЕОС, 2005. – Т. 2. – С. 220-221.

2. Методика выполнения измерений массовой концентрации бенз(а)пирена в воде питьевой, минеральной, природной и сточной методом высокоэффективной жидкостной хроматографии (Свид. аттест. № 45-08 от 26.03.2008).

3. ГОСТ Р 51310-99. Вода питьевая. Метод определения содержания бенз(а)пирена.

## **ПОВЫШЕНИЕ БАРЬЕРНОЙ РОЛИ ОЧИСТНЫХ СООРУЖЕНИЙ ГОРОДА ТЮМЕНИ В ОТНОШЕНИИ ТОКСИЧНЫХ ТЕХНОГЕННЫХ ЗАГРЯЗНЕНИЙ И ОДОРАНТОВ НА ПРЕДПРИЯТИИ ООО «ТЮМЕНЬ ВОДОКАНАЛ»**

*Трошкова Е. А., ООО «Тюмень Водоканал», г. Тюмень*

*Аннотация. Рассмотрена проблема интенсивного техногенного воздействия на реку Тура промышленных предприятий. Обоснована необходимость повышения барьерных функций действующих водопроводных очистных сооружений в отношении веществ, вызывающих запах воды. Представлены результаты предпроектной проработки «Системы защиты Метелевского водозабора г. Тюмени», внедрение которой обеспечит надежную очистку речной воды по запаху и привкусу в период паводка и экстрординарных ситуации.*

## **BARRIER FEATURE INCREASING OF TYUMEN TREATMENT PLANTS RELATING TO TOXIC TECHNOGENIC POLLUTIONS AND ODORANTS AT LLC «TYUMEN-VODOKANAL»**

*Troshkova E. A., LLC «Tyumen Vodokanal», Tyumen*

*Abstract. Considered is the intense technological impact of industrial enterprises on the Tura river. Proved is the necessity of barrier feature increasing at functional water-piping treatment plants relating to substances causing water odor. Presented are the results of pre-project elaboration «Protection systems of Metelevskiy water withdrawal in Tyumen» and its implementation will provide sure purification of river water from odor and flavor during flood period and in emergency situations.*

В настоящее время в системе централизованного водоснабжения г. Тюмени существуют определенные проблемы, требующие скорейшего решения: Фактическое состояние водоисточника (реки Тура), находящегося на территории Свердловской области, подверженной интенсивному техногенному воздействию промышленных предприятий в течение десятилетий. Все это приводит к тому, что вода в водоисточнике в течение многих лет

характеризуется значительным содержанием примесей и естественного и антропогенного характера: высокая цветность (до 260 град. при норме 20 град.); органические вещества (окисляемость до 30 мг О/л, при норме 5,0 мгО/л); одоранты (5 баллов при норме 2 балла), придающие воде неприятный запах; содержание марганца (до 0,96 мг/л при норме 0.1 мг/л); содержание железа, нефтепродуктов, фенолов и др.

Метелевские очистные сооружения водопровода (МВОС) г. Тюмени введены в эксплуатацию в 1981 г. Технология подготовки на них питьевой воды была рассчитана на иное качество исходной воды и принципиально не может в полной мере обеспечить выполнение современных государственных нормативов качества питьевой воды (СанПиН 2.1.4.1074-01 «Питьевая вода...»), введенных в 2001 г., по органическим и элементарноорганическим компонентам. С учетом фактического состояния водоисточника, повышение барьерных функций действующих сооружений МВОС в отношении веществ, вызывающих запах воды первоочередная задача. Пилотные модули позволяют:

- проводить испытания по поиску новых технологических решений без риска для основных сооружений.

- оценить фактическую эффективность работы очистных сооружений при экстраординарных загрязнениях (в паводок).

- моделировать ЧС-ситуации на водоисточнике и максимально быстро оценить эффективность необходимых технологических решений для ликвидации ЧС.

- проводить обучение технического персонала станции при изменении режимов на основных сооружениях.

- получить достоверные результаты, как подосновы для разработки полной Технической документации, а также адаптировать технологию углевания для полномасштабного внедрения на МВОС.

Особенности инженерного оформления процесса ввода порошкообразных активных углей позволят:

- исключить ручной труд, пыление сорбента при подготовке ПАУ до ввода в очищаемую воду;

- достигнуть эффекта очистки без строительства больших сооружений;

- изменять тип (марку) сорбентов при изменении характера загрязняющих токсикантов;

- полностью регулировать время и место ввода, расход, дозы сорбентов и продолжительность применения.

Комплексы оборудования для применения специальных тонкодисперсных сорбентов монтируются на действующих сооружениях, их стоимость не превысит 1-2 % стоимости станций, а затраты на сорбенты зависят от частоты их применения, и как правило, не превышают 1-2 % годовых затрат на водоподготовку. Предпроектные проработки «Системы защиты и повышения барьерных функций Метелевского водозабора г. Тюмени с использованием порошкообразных сорбентов и перманганата калия» были

выполнены на пилотном модуле в ноябре 2012 г. на Метелевских ВОС с привлечением научно-исследовательского института НИИ ВОДГЕ (г. Москва).

По результатам испытаний были подобраны оптимальные марки порошкообразных углей для речной воды Метелевского водозабора. Сегодня ведется разработка проектно-сметной и изыскательской документации. После завершения ПИР, ООО «Тюмень Водоканал» будет инициировать включение финансирования строительно-монтажных работ по внедрению разработанного дополнительного метода сорбционной очистки на Метелевских ВОС в программы развития города Тюмени. Выполнение указанных мероприятий позволит обеспечить надежную очистку речной воды по запаху и привкусу в период паводка и экстрординарных ситуаций в 2014 г.

### **БИОРЕМЕДИАЦИЯ ВОДЫ, ЗАГРЯЗНЕННОЙ ИОНАМИ РТУТИ (II), С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ БАКТЕРИЙ-ЭПИФИТОВ ПЛАВАЮЩЕГО ПАПОРОТНИКА *SALVINIA NATANS***

*Filyarovskaya V. A., Traczewska T. M., Politechnika Wroclawska, Polska*

*Аннотация. Ртуть является чрезвычайно опасным отходом промышленных процессов, который не выполняет никаких функций в живых организмах. Поэтому необходимо обратить внимание на решение проблемы попадания ртути в водную среду и ее извлечение. Альтернативным методом является биоремедиация воды с помощью резистентных штаммов бактерий. В работе предпринята попытка изоляции бактерий устойчивых к ртути.*

### **BIOREMEDIATION OF WATER CONTAMINATED WITH MERCURY IONS (II) USING BACTERIUM-EPIPHYTES OF WATER FERN *SALVINIA NATANS***

*Filyarovskaya V. A., Traczewska T. M., Wroclaw Polytechnic, Poland*

*Abstract. Mercury is extremely dangerous industrial waste product, which has no function in living organisms. It is necessary to draw attention to solving of mercury ingress to aquatic environment and its extraction. Alternative is water bioremediation using resistant bacteria strains. The paper deals with attempting of mercury-resistant bacteria isolation.*

Ртуть является чрезвычайно опасным продуктом промышленных процессов (продукция ртутных ламп, медицина), который не выполняет никаких функций в живых организмах. Поэтому необходимо обратить внимание на решение проблемы попадания ртути в водную среду и ее очистки. Альтернативным методом является биоремедиация воды с помощью резистентных штаммов бактерий. В работе предпринята попытка изоляции бактерий устойчивых к ртути.

*Загрязнение ртутью в современном мире.*

Ртуть, являющаяся тяжелым металлом с уникальными свойствами (единственный металлический элемент, находящийся в жидком состоянии в нормальных условиях), играет значительную роль в загрязнении окружающей среды (почвы, атмосферы, воды). Токсичность ртути варьируется в зависимости от соединений данного металла [3]. Наименее токсичной является ртуть с нулевой степенью окисления, наиболее – органические соединения ртути, такие как метилртуть, диметилртуть. Следствием попадания органических соединений ртути в трофическую цепь являются очень серьезные нефрологические заболевания, тератогенные эффекты. Одним из главных путей попадания органических соединений ртути в организм человека является мясо рыбы (тунца, акулы и т.д.) [8]. Поэтому особенно важно введение эффективных методов очистки воды до принятых нормативов (для России согласно СанПиН 2.1.4.1116-02 «Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды, расфасованной в ёмкости. Контроль качества» – это 0,0005 мг/дм<sup>3</sup>).

Одним из альтернативных методов очистки является фиторемедиация воды с помощью макрофитов (напр. *Lemna minor*, *Salvinia natans*). В данной работе рассматривается плавающий папоротник (см.: *рис. 1*) поскольку биомасса этих растений превосходит массу чечевицы водяной, что облегчает проведение эксперимента, а в дальнейшем очистки загрязненных водных территорий. Несмотря на свои преимущества, (простота, экологичность, финансовый аспект, возможность применения «in situ») фиторемедиация имеет ряд недостатков (сложно прогнозировать путь деградации поглощенного ксенобиотика, необходимо учитывать длительность вегетативного сезона отдельных видов растений). Для увеличения эффективности фиторемедиации применим вспомогательный процесс – биоремедиация. Благодаря способностям некоторых штаммов (например: *Pseudomonas aeruginosa*) к редукции ионов ртути бактерии могут найти применение в очистке воды от соединений данного тяжелого металла.



*Рис. 1. Salvinia natans.*

#### *Методы исследований.*

В проведенных исследованиях, выполненных в рамках проекта MNiSW Nr N N523 612139 использовались следующие методы:

1. Для определения токсичности ртути по отношению к микроорганизмам был использован тест Майкротокс (апарат Microtox M500). Данный тест использует способность морских бактерий *Vibrio fischeri* к биолюминесценции [6].

2. Для изоляции резистентных штаммов использовались методы вытряхивания Сальвинии на ультразвуковой ванне, отпечатки отобранных растений на микробиологическом агаре, микробиологический посев гомогенизата (см.: рис. 2).



Рис. 2. Посевы бактерий с *Salvinia natans*.

3. Для исследований резистентности бактерий использовались 3 микробиологические среды контаминированные  $0,15 \text{ мг/дм}^3$  ртути ( $\text{Hg}(\text{NO}_3)_2$ ): мясо-пептонный агар (МПА), минеральная среда с добавлением 0,5 % глюкозы и ПЦА. В дальнейших исследованиях две последние среды были отброшены. Выбор минеральной среды был predetermined минеральным составом, так как ртуть обладает сродством к тиоловым группам белков. Как следствие, в данном случае МПА и ПЦА не применим, так как они не дают точной картины.

4. Для определения минимальной концентрации, ингибирующей рост бактерий, использовался метод градиентных сред (от концентрации  $0,15 \text{ мг/дм}^3$  до  $0,30 \text{ мг/дм}^3$ ) (см.: рис. 3).



Рис. 3. Рост бактерий на градиентных средах.

*Результаты исследования.* В ходе исследований была установлена максимальная концентрация нитрата ртути (II), ингибирующая рост резистентных штаммов – 0,3 мг/дм<sup>3</sup>. Восемнадцать изолированных резистентных штаммов характеризовалось хорошим ростом вдоль линии возрастания градиента. Результаты теста Майкротокс показали следующую зависимость (рис. 4): эффект токсичности для всех примененных в тесте и используемых в проекте концентраций превышал эффект токсичности для неопасных образцов (больше 20%). Концентрации 0,2 мг/дм<sup>3</sup> и 0,3 мг/дм<sup>3</sup> классифицировались, как очень токсичные для *vibrio fischeri* (50% < эффект токсичности < 100% - острый токсический эффект). По истечении 15 минут под воздействием концентраций 0,2 мг/дм<sup>3</sup> и 0,3 мг/дм<sup>3</sup> наступила полная ингибиция свечения морских бактерий. По сравнению с остальными тяжелыми металлами (как медь), ртуть токсична даже при маленьких концентрациях.

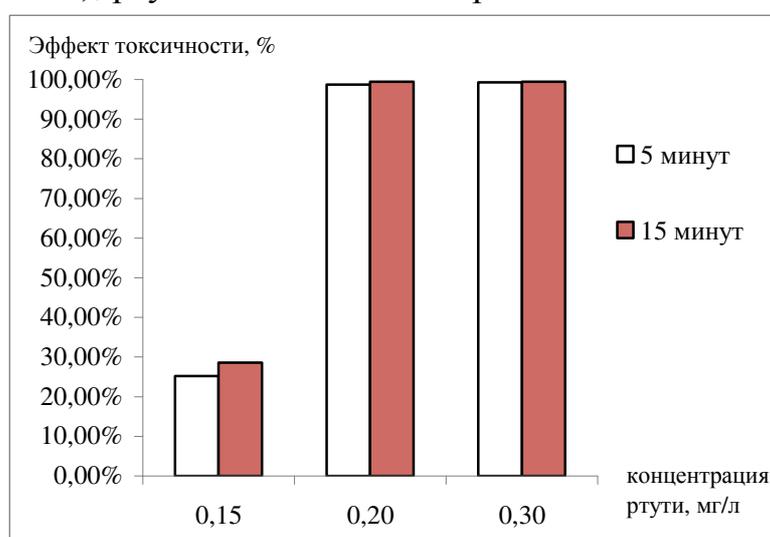


Рис. 4. Эффект токсичности нитрата ртути (II).

*Выводы:* В ходе эксперимента изолированно 60 резистентных штаммов бактерий, из которых 18 обладали резистентностью по отношению к максимальным концентрациям ртути, использованным в эксперименте (0,30 мг/дм<sup>3</sup>). Данный результат может свидетельствовать о способности полученных микроорганизмов к редукции токсичных соединений ртути благодаря специфическому ферментативному механизму (ртутная редуктаза). Однако, не стоит исключать возможности метилирования ртути бактериями, поэтому проверка результатов различными методами (токсикологические тесты на растениях и животных, методы атомно-абсорбционной спектроскопии, методы молекулярной биологии) даст более полную картину исследуемого процесса. При грамотном использовании биоаугментация наряду с традиционной фиторемедиацией может найти широкое применение в доочистке городских сточных вод, как альтернативный экологический метод.

#### Примечание

1. СанПиН 2.1.4.1116-02 Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды, расфасованной в ёмкости. Контроль качества.

2. Hutchison A. R. and Atwood D. A., Mercury pollution and remediation: the chemist's response to a global crisis *Journal of chemical crystallography*, 2003, vol.33, 631-645.
3. Kabata-Pendias A., Pendias H., *Biogeochemia pierwiastków śladowych*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa, 1999, 170-184.
4. Ostrovskii D. N., Lysak E. I., Demina G. R., Biniukov V. I., Interaction of Bacteria with Mercuric Compounds, *Mikrobiologiya*, 2000, vol.69(5), 516-523.
5. Schlegel H. G, *Mikrobiologia ogólna*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa, 2008, 79-86.
6. Silver S., Phung L. T., A bacterial view of periodic table: genes and proteins for toxic inorganic ions, *Journal of Industrial Microbiology and Biotechnology*, 2005, Vol.32, 587-605.
7. Traczewska T. M., *Biologiczne metody oceny skażenia środowiska*, Oficyna Politechniki Wrocławskiej, Wrocław, 2011, 56-61.
8. Zahir F, Rizwi SJ, Haq SK, Khan RH, Low dose mercury toxicity and human health *J. Environ. Health*, 2005, vol. 20(2), 351-360.

## **ИНТЕНСИФИКАЦИЯ ПРОЦЕССА ОБЕЗВРЕЖИВАНИЯ СТОЧНЫХ ВОД ГАЛЬВАНИЧЕСКОГО ПРОИЗВОДСТВА**

*Халтурина Т. И., к.х.н., профессор; Хакимов Д. Ф., Сибирский федеральный университет, г. Красноярск*

*Аннотация. Показана возможность повышения эффективности процесса обезвреживания сточных вод содержащих ионы  $Cu^{2+}$ ,  $Ni^{2+}$  и  $Zn^{2+}$  при использовании гальванокоагуляционной пары Al – СГН (углеродминеральный сорбент) при наложении асимметричного тока.*

## **INTENSIFYING THE PROCESS OF SEWAGE SANITATION AT GALVANIC INDUSTRY**

*Halturina T. I., PhD (Chemical Sciences), Professor; Hakimov D. F., Siberian Federal University, Krasnoyarsk*

*Abstract. Presented is the opportunity of effectiveness increasing of sewage sanitation, containing ions  $Cu^{2+}$ ,  $Ni^{2+}$  and  $Zn^{2+}$  when using galvanocoagulation pair Al-SGN (carbon mineral sorbing agent) with superimposed non-central current.*

Особую опасность для объектов окружающей среды представляют сточные воды гальванического производства, содержащие ионы тяжелых металлов ( $Cu^{2+}$ ,  $Ni^{2+}$ ,  $Zn^{2+}$ ), поэтому решение вопросов разработки комплекса мероприятий по уменьшению вредного воздействия на окружающую среду ионов тяжелых металлов является актуальным.

В современных условиях особый интерес представляют недорогие и высокоэффективные способы очистки сточных вод, основанные на использовании местного сырья и отходов промышленности.

Из анализа литературных источников и патентной документации следует, что учитывая региональные условия, наибольшее внимание заслуживает метод гальванокоагуляционной обработки [1]. В настоящее время широкое

применение данного метода затруднено, вследствие недостаточного освещения вопросов выбора оптимальных режимов процесса для его автоматизации и интенсификации. В этой работе проведены исследования технологического процесса гальванокоагуляции сточных вод, содержащих ионы  $\text{Cu}^{2+}$ ,  $\text{Ni}^{2+}$  и  $\text{Zn}^{2+}$  при использовании гальванопары Al – углеродминеральный сорбент (СГН) в соотношении 1:4, где в качестве алюмосодержащей составляющей были использованы отходы производства Красноярского металлургического завода – алюминиевая стружка, представляющая собой сплав, содержащий: Al – 98,35%; Si – 0,2%; Cu – 0,05%; Fe – 0,5%; Mg – 0,5%; Zn – 0,1%; Mn – 0,2%; C – 0,1%, с удельной поверхностью  $q_{\text{уд.}}$  – 3,17 м<sup>2</sup>/кг и удельной плотностью  $\rho_{\text{уд.}}$  – 285,48 кг/м<sup>3</sup>. Стружка предварительно обезжиривалась и протравливалась. СГН являлся материалом, играющим роль кислородного электрода (катодом), с химическим составом: C – 80,0%; SiO<sub>2</sub> – 8,37%; CaO – 2,26%; MgO – 1,2%; K<sub>2</sub>O – 0,3%; Na<sub>2</sub>O – 0,35%; Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> – 2,32%; Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> – 4,52 %; SO<sub>3</sub> – 0,68%; кислород общий – 4,5 с удельной поверхностью 7,5 м<sup>2</sup>/кг, насыпным весом фракции 2,8–5,0 мм  $\gamma_{\text{СГН}}$  = 443 кг/м<sup>3</sup>.

Изучение технологического процесса гальванокоагуляции сточных вод, содержащих ионы  $\text{Cu}^{2+}$ ,  $\text{Zn}^{2+}$ ,  $\text{Ni}^{2+}$ , проводилось при величине рН = 6,5, температуре – 20°С, в диапазоне времени обработки от 8 до 22 мин. на гальванокоагуляционном модуле объёмом 0,6 л, аналогичном по конструкции [2]. Сжатый воздух подавался в систему в количестве 10 л/с·м<sup>2</sup>.

Условия проведения эксперимента:

$C_{\text{исх}}^{\text{Cu}^{2+}} = 60 \text{ мг/дм}^3$ ,  $C_{\text{исх}}^{\text{Ni}^{2+}} = 15 \text{ мг/дм}^3$ ,  $C_{\text{исх}}^{\text{Zn}^{2+}} = 20 \text{ мг/дм}^3$ ,  $C_{\text{исх}}^{\text{Na}^+} = 56 \text{ мг/дм}^3$ ,  
 $C_{\text{исх}}^{\text{K}^+} = 1,58 \text{ мг/дм}^3$ ,  $C_{\text{исх}}^{\text{SO}_4} = 236 \text{ мг/дм}^3$ ,  $C_{\text{исх}}^{\text{Cl}^-} = 20 \text{ мг/дм}^3$ , общее солесодержание 408,6 мг/дм<sup>3</sup>.

Данные по работе гальванокоагуляционной установки для очистки сточной жидкости, содержащей ионы тяжёлых металлов, представлены в *таблице 1*. Как видно из данных, представленных в таблице 1, высокий эффект очистки достигается при времени обработки 22 минуты.

*Таблица 1*

*Результаты экспериментальных исследований гальванокоагуляции сточных вод, содержащих ионы  $\text{Cu}^{2+}$ ,  $\text{Ni}^{2+}$ ,  $\text{Zn}^{2+}$ .*

Номер опыта	Время обработки, мин	Концентрация, мг/дм <sup>3</sup>					
		Cu <sup>2+</sup>		Ni <sup>2+</sup>		Zn <sup>2+</sup>	
		исходная	остаточная	исходная	остаточная	исходная	остаточная
1	8	60	0,023	15	0,0345	20	0,0218
2	10	60	0,0203	15	0,0245	20	0,0200
3	15	60	0,0201	15	0,0230	20	0,0198
4	20	60	0,0096	15	0,0220	20	0,0198
5	22	60	0,0027	15	0,0171	20	0,0192

Для сокращения времени обработки и уменьшения объёма гальванокоагуляционного модуля применяли наложение асимметричного тока на процесс гальванокоагуляции сточных вод, содержащих ионы тяжёлых

металлов, в диапазоне 0,38–1,05 кВт ч/м<sup>3</sup>. Асимметричный переменный ток – это импульсный ток специальной формы с различными величинами амплитуд и длительностей положительных и отрицательных полярностей [3].

Данные экспериментальных исследований процесса гальванокоагуляции с наложением асимметричного тока представлены в *таблице 2*.

Из анализа результатов эксперимента следует, что оптимальным режимом, обеспечивающим высокий эффект гальванокоагуляционной обработки сточных вод, содержащих ионы Cu<sup>2+</sup>, Ni<sup>2+</sup> и Zn<sup>2+</sup>, при pH=6,5 при наложении асимметричного тока являются условия:  $i_{np.}=2,8$  мА/см<sup>2</sup>;  $i_{обр.}=8,4$  мА/см<sup>2</sup>;  $\tau_{np.}=50$  с;  $\tau_{обр.}=10$  с, время обработки t=5 мин, что значительно меньше, чем без наложения асимметричного тока.

Исследования по изучению свойств, структуры и состава осадка, образующегося после гальванокоагуляции были проведены с помощью рентгенофазового и дифференциально-термического анализа.

*Таблица 2*

*Данные экспериментальных исследований процесса гальванокоагуляции сточных вод, содержащих ионы тяжёлых металлов.*

Номер опыта	Режим обработки					pH исх	Концентрация, мг/дм <sup>3</sup>						Расход эл. энергии W, кВт·ч/м <sup>3</sup>
	$i_{np.}$ , мА/см <sup>2</sup>	$i_{обр.}$ , мА/см <sup>2</sup>	T, мин	$\tau_{np.}$ , с	$\tau_{обр.}$ , с		Cu <sup>2+</sup>		Ni <sup>2+</sup>		Zn <sup>2+</sup>		
							исх.	ост.	исх.	ост.	исх.	ост.	
1	2,8	8,4	3	50	10	6,5	60,00	0,0228	15,00	0,0235	20,00	0,0190	0,44
2	2,8	8,4	5	50	10	6,5	60,00	0,0160	15,00	0,0138	20,00	0,0170	0,73
3	2,8	8,4	7	50	10	6,5	60,00	0,0102	15,00	0,0125	20,00	0,0166	1,05
4	7,0	14,0	3	50	10	6,5	60,00	0,0092	15,00	0,0120	20,00	0,0159	0,38
5	2,8	8,4	5	90	10	6,5	60,00	0,0045	15,00	0,0117	20,00	0,0097	0,81

Данные по изучению свойств осадка гальванокоагуляционной обработки сточных вод без наложения электрического поля и с наложением асимметричного тока представлены в *таблице 3*.

Как видно из таблицы, свойства осадков несколько отличаются. Осадок №2 обладает лучшими водоотдающими свойствами, что, возможно, связано с изменением химического состава и структуры при гальванокоагуляции с наложением асимметричного тока. При наложении асимметричного переменного тока происходит комплексная электрохимическая обработка сточных вод, содержащих ионы тяжёлых металлов, включающая как гальванокоагуляцию, так и электрокоагуляцию. При этом с помощью электрокоагуляционного воздействия более интенсивно растворяется алюминиевая стружка и образуются оксигидратные соединения алюминия, сорбирующие гидролизованые ионы тяжёлых металлов (Ni<sup>2+</sup>, Zn<sup>2+</sup>, Cu<sup>2+</sup>) и удаляющиеся при соосаждении.

## Свойства осадков.

Вид осадка	Влажность, %	Сухой остаток, г/дм <sup>3</sup>	Зольность, %	Остаток после прокаливания, г/дм <sup>3</sup>	Потери при прокаливании (П.П.П.) г/дм <sup>3</sup>	Удельное сопротивление фильтрации
№ 1 – осадок без наложения асимметричного тока	99,55	4,566	66,36	3,03	1,536	705,84·10 <sup>10</sup>
№ 2 – осадок с наложением асимметричного тока	98,612	3,8	67,37	2,65	1,212	593,93·10 <sup>10</sup>

Таким образом, экспериментально установлено, что гальванокоагуляционная обработка сточных вод, содержащих ионы Ni<sup>2+</sup>, Zn<sup>2+</sup>, Cu<sup>2+</sup>, с использованием активной загрузки Al – СГН (углеродминеральный сорбент) и одновременным наложением асимметричного переменного тока позволяет достичь высокого эффекта очистки при меньшем времени обработки. Учитывая химический состав образующегося осадка, целесообразно рекомендовать его в качестве добавки при производстве керамзита или глазурованной плитки.

**Примечание**

1. Чантурия, В. А., Соложенкин, П. М. Гальванохимические методы очистки техногенных вод. Теория и практика. – М.: ИКЦ «Академкнига», 2005. – 204 с.

2. Пат. РФ № 2408542. Способ очистки сточных вод и устройство для его осуществления / Т. И. Халтурина, Т. А. Курилина, Г. М. Зограф. Заявл. 07.07.2009; опубл. 10.01.2010, Бюл. № 11.

3. А. с. № 981240 СССР. Способ очистки сточных вод от нефтепродуктов / Т. И. Халтурина, Т. Я. Пазенко, Г. М. Зограф, Л. В. Стафейчук. Опубл. 15.12.1982, Бюл. № 46.

**ОБЕЗВРЕЖИВАНИЕ ХРОМСОДЕРЖАЩИХ СТОЧНЫХ ВОД**

*Халтурина Т. И., к.х.н., профессор; Бобрик А. Г., Сибирский федеральный университет, г. Красноярск*

*Аннотация. Представлены данные экспериментальных исследований по обезвреживанию хромсодержащих сточных вод методами: ионного обмена, электрокоагуляцией и гальванокоагуляцией. Показана возможность глубокой очистки хромсодержащих стоков для их использования в системе оборотного водоснабжения металлообрабатывающих предприятий.*

**CHROME SEWAGE SANITATION**

*Abstract. Given are the research data on chrome sewage sanitation by ion exchange, electrocoagulation and halvanocoagulation. Presented is the opportunity of integrated chrome sewage treatment for their utilization in circulation water supply system at metal-working plants.*

Экологические проблемы гальванотехники привлекают к себе широкое внимание в основном из-за продолжающегося загрязнения окружающей среды ионами цветных и тяжелых металлов. Особую опасность представляют ионы хрома (VI) и хрома (III). В настоящее время для обезвреживания хромсодержащих стоков применяются следующие методы очистки: реагентный, электрохимический, ионообменный. На большинстве предприятий отечественной промышленности, имеющих локальные очистные сооружения для очистки хромсодержащих стоков, используют реагентную обработку.

При этом образуются большие объемы осадка, увеличивается общее солесодержание и вода без дополнительной ступени очистки не может быть использована в обороте. Метод ионного обмена является одним из способов извлечения ионов хрома из промывных вод в локальных циклах, позволяющих создать малоотходное производство. Очистку сточных вод производят с помощью синтетических ионообменных смол, представляющих собой практически нерастворимые в воде полимерные материалы, выпускаемые в виде гранул величиной 0,2-2 мм.

В этой работе проведены исследования процесса ионообменной очистки хромсодержащих сточных вод при использовании катионита КУ-1. Универсальность свойств КУ-1 объясняется возможностью ионного обмена сульфогрупп, содержащихся в катионите на ионы  $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ . Как показали результаты экспериментальных исследований при очистке хромсодержащих стоков на катионите КУ-1, в зависимости от способа его регенерации, возможна сорбция не только катионов ( $\text{Cr}^{3+}$ ), но и ионов, содержащих  $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ . Была определена обменная емкость ( $E_0$ , мг/дм<sup>3</sup>) КУ – 1, для различных рН от 2 до 6 и различных значений концентраций хрома ( $C_{\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}}^{\text{исх}}$ , мг/дм<sup>3</sup>) от 35 до 95. Данные по изучению зависимости обменной емкости катионита КУ-1 в статических условиях от исследуемых параметров (рН и концентраций ионов хрома) представлены в виде *таблиц 1 и 2*.

Данные эксперимента показали, что применение катионита КУ-1 для очистки хромстоков позволяет осуществить глубокое обезвреживание, после чего очищенная вода может быть возвращена в технологический процесс. Также известен электрокоагуляционный способ обезвреживания хромсодержащих сточных вод [1]. К недостаткам электрохимической коагуляции следует отнести значительный расход электроэнергии и металла анода, что связано в основном, с недостаточной степенью изученности влияния различных факторов на процесс электрокоагуляционной очистки.

Таблица 1

Результаты исследования по определению обменной емкости катионита КУ-1 в статических условиях, при различных рН от 2 до 6.

Обменная емкость КУ-1 при $t_k = 1$ час.					
$E_0$ , мг/дм <sup>3</sup>	0,32	0,25	0,22	0,13	0,06
рН	2	2,5	3,0	4	6

Таблица 2

Результаты исследования по определению обменной емкости катионита КУ-1 в статических условиях, при различных концентрациях хрома от 35 до 95.

Обменная емкость КУ-1 при $t_k = 1$ час, рН = 2			
$E_0$ , мг/дм <sup>3</sup>	0,34	0,57	0,84
$C_{C_2O_7^{2-}}^{исх}$ , мг/дм <sup>3</sup>	35	65	95

Целью исследований явилось изучение влияния физико-химических факторов на процесс очистки стоков, содержащих ионы шестивалентного хрома, определение основных параметров процесса, выявление условий проведения его с минимальными затратами электроэнергии и металла.

Установлено, что обезвреживание сточных вод, содержащих ионы хрома в концентрациях, не превышающих 20-30 мг/дм<sup>3</sup> следует проводить при  $i = 0,5-0,6$  А/дм<sup>2</sup>, и времени контакта до 30 секунд удельный расход электроэнергии при этом составляет 1,0-1,6 Втч/м<sup>3</sup>. Очистку стоков, содержащих ионы хрома с концентрацией 40 – 120 мг/дм<sup>3</sup> рекомендуется проводить при низких плотностях тока – 0,1А/дм<sup>2</sup> и времени контакта 4-5 минут. Снижение расхода электроэнергии при оптимальных режимах связано с возрастанием роли катодного процесса, что позволяет снизить расход металла на 30-40%.

Был изучен также гальванокоагуляционный процесс обезвреживания с использованием в качестве активной загрузки – гальванопары: Fe – активированный уголь, в соотношении 4:1. В качестве анодной составляющей применяли стальную стружку (рис. 1 и 2). Химический состав стальной стружки: Fe – 97-98,8%; С – 0,14-0,22%; Si – 0,05-0,15%; Mn – 0,4-0,65%; P – 0,04%; S – 0,05%; Cr – 0,03%; Ni – 0,3%. Насыпной вес для  $d = 4$ мм равняется 850 кг/м<sup>3</sup>. Материалом, играющим роль катода, был использован активированный уголь, крупностью 2,8-5 мм. Химический состав активированного угля: углерод – 93%, водород – 1,4%, кислород – 5,15%, азот – 0,3%, сера – 0,15%.

Исследования были проведены на гальванокоагуляторе, аналогичном по конструкции указанному в работе [2] при планировании эксперимента по методу Бокса-Хантера. Концентрацию ионов хрома определяем атомно-абсорбционным методом, основанным на измерении резонансного поглощения света свободными атомами определяемого элемента при прохождении света через атомный пар исследуемого образца, образующейся в пламени. Приведенная погрешность прибора составляет  $\pm 0,01\%$ .

Экспериментальные данные по гальванокоагуляции хромсодержащих стоков обработаны методом Брандона, что позволило математически описать процесс и получить уравнения:



Рис. 1. Активированный уголь.



Рис. 2. Стальная стружка.

$$Y_1 = 0,53 \times (0,0128 X_1^2 - 0,5686 X_1 + 6,2833) \times (-1,4437 X_2^2 + 8,6827 X_2 - 11,619) \times (0,0031 X_3^2 + 0,196 X_3 + 4,5127)$$

$X_1$  – значение исходной концентрации ионов хрома, мг/дм<sup>3</sup>;

$X_2$  – исходное значение pH;

$X_3$  - значение времени контакта, мин.

$$Y_2 = 1,02 \times (0,0004 X_1^2 - 0,0349 X_1 + 1,5929) \times (0,1425 X_2^2 - 1,0854 X_2 + 2,3062) \times (0,0006 X_3^2 - 0,071 X_3 + 2,7956)$$

$$Y_3 = 0,48 \times (0,0043 X_1^2 - 0,2137 X_1 + 3,4873) \times (0,4612 X_2^2 - 2,9517 X_2 + 5,6527) \times (0,0013 X_3^2 - 0,078 X_3 + 1,7834)$$

#### **Примечание**

1. Бобрик, А. Г. Исследования процесса электрообработки хромсодержащих сточных вод // Молодежь и наука: Сб. Всерос. научно-техн. конф. – Красноярск, 2012. – С. 335-338.

2. Халтурина, Т. И. Исследование технологического процесса гальванокоагуляции медьсодержащих сточных вод / Т. И. Халтурина, Т. А. Курилина // Известия вузов. Строительство. – 2008. – № 9. – С. 70-75.

## **ОБРАБОТКА ОСАДКОВ СТОЧНЫХ ВОД МЕТАЛЛООБРАБАТЫВАЮЩИХ ПРЕДПРИЯТИЙ**

*Халтурина Т. И., к.х.н., профессор; Чурбакова О. В., к.т.н., доцент; Уарова А. Н., аспирант, Сибирский федеральный университет, г. Красноярск*

*Аннотация. Представлены данные эксперимента по изучению свойств, структуры и состава осадка маслоэмульсионных и кислотно-щелочных сточных вод металлообрабатывающих предприятий. Исследован процесс промывки осадка для изменения его свойств и возможности утилизации.*

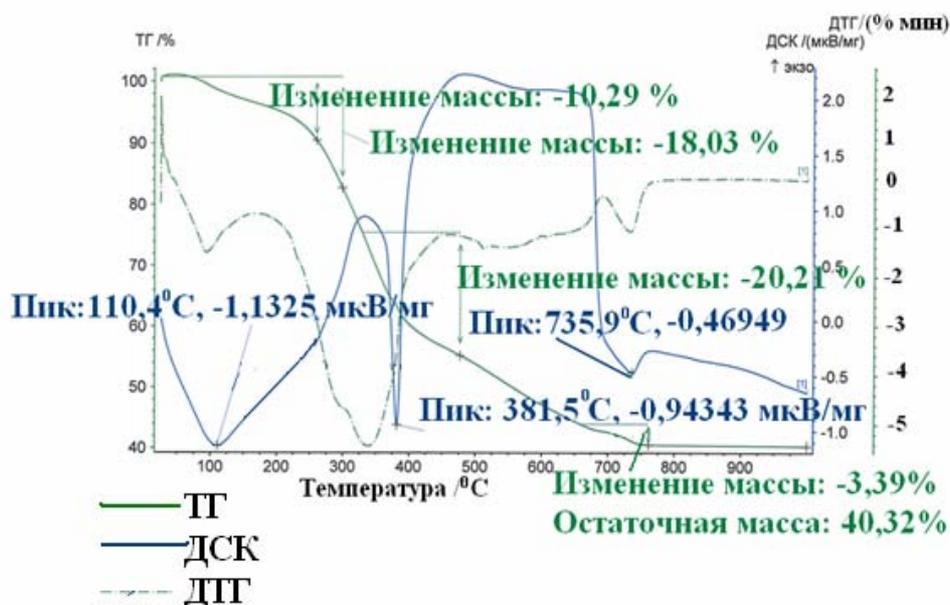
## **SEWAGE SLUDGE TREATMENT AT METAL-WORKING PLANTS**

*Halturina T. I., PhD (Chemical Sciences), Professor; Churbakova O. V., PhD (Technical sciences), Associate professor; Uarova A. N., postgraduate, Siberian Federal University, Krasnoyarsk*

*Abstract. Given are the research results on studying of sludge characteristics, structure and composition of oil-emulsion and acid-base sewage at metal-working plants. Studied is the elutriation process for changing its characteristics and salvageability.*

Новый этап развития управления природопользованием предусматривает решение вопросов по предотвращению негативного воздействия на окружающую среду, основой которых является внедрение малоотходных и безотходных технологических процессов на промышленных предприятиях. На металлообрабатывающих предприятиях при очистке сточных вод образуются большие объемы гидроокисных осадков, которые относятся к труднофильтруемым суспензиям, обработка которых является сложной проблемой [1]. Это определяет потребность создания и реализации технологий обработки осадков, обеспечивающих высокую эффективность процесса для последующей утилизации, этим определяется актуальность данной работы.

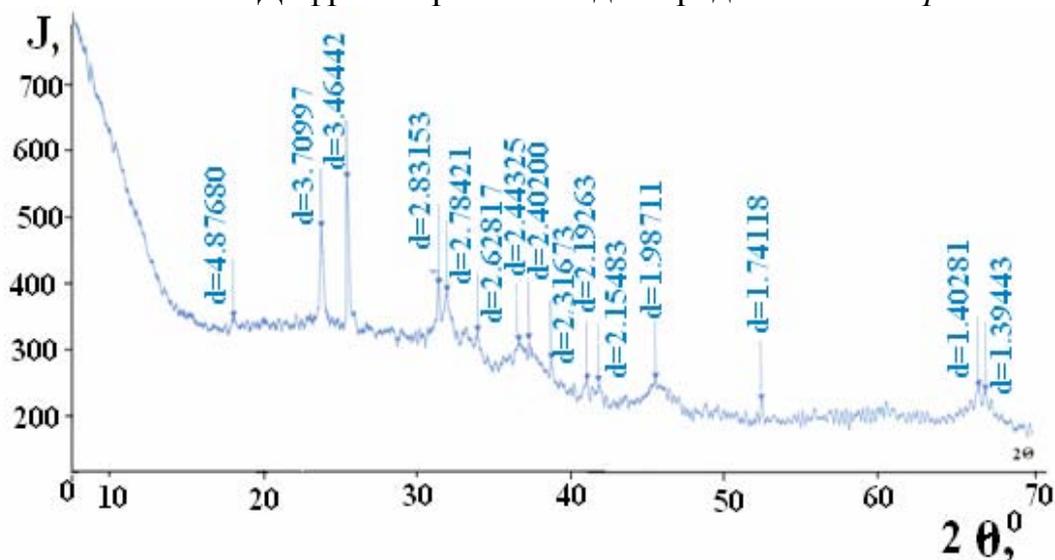
Объектом исследований являлись натурные осадки, образующиеся при очистке маслоэмульсионных и кислотно-щелочных сточных вод ОАО «Красноярский металлургический завод». Изучение структуры и состава осадка проводилось с помощью рентгенофазового и термогравиметрического анализов в лаборатории ФГАОУ ВПО СФУ. Термогравиметрический анализ выполнен на приборе «NETZSCH STA 449F1», в диапазоне 30/20.0.(к/мин.)/1000, в режиме ДСК-ТГ. Термограмма осадка представлена на *рис. 1*.



*Рис. 1. Термограмма исходного осадка.*

Как видно из термограммы, на кривой ДСК наблюдается 3 эндозффекта, при  $t=110,4\text{ }^{\circ}\text{C}$ ;  $t=381,5\text{ }^{\circ}\text{C}$ ; что характерно для дегидротации, и  $t=735,9\text{ }^{\circ}\text{C}$ ; что

указывает на разложение  $\text{CaCO}_3$ , и 2 экзоэффекта, при  $t=325,0\text{ }^\circ\text{C}$ ; происходит выгорание органических примесей и при  $t=750,0\text{ }^\circ\text{C}$ ; наблюдается полиморфный переход оксигидратных форм алюминия. Рентгенофазовый анализ осадка был проведен на дифрактометре «D8-ADVANCE», немецкой фирмы «Bruker-ASX». Дифрактограмма осадка представлена на *рис. 2*.



*Рис. 2.* Дифрактограмма исходного осадка.

Как следует из дифрактограммы (*рис. 2*) осадок представлен в основном полимерными модификациями оксида алюминия, то есть гиббситом, байеритом и бемитом, на что указывают линии с  $d=3,70$ ;  $d=3,46$ ;  $d=2,62$ ;  $d=2,40$ ;  $d=1,40$ . А линии при  $d=2,83$ ;  $d=1,98$ ; характерны для соединений кальция  $\text{CaCO}_3$ ,  $\text{CaSO}_4$ , так как после коагуляционной обработки величина рН доводится до значения 7,5 при добавлении суспензии известкового молока для последующего отделения осадка. Рентгенофазовый анализ показал, что линии с  $d=4,87$ ;  $d=1,98$ ; соответствуют кварциту  $\text{SiO}_2$ . Дифрактограмма указывает на то, что степень упорядоченности осадка низкая, осадок представлен в основном в аморфном виде, что объясняет плохую водоотдающую способность.

В этой работе изучены свойства натурального совместного осадка маслоэмульсионных и кислотнощелочных сточных вод завода ОАО «КраМЗ», которые представлены в *таблице 1*. Как видно из *таблицы 1* осадок обладает высоким содержанием органических примесей и малой зольностью. На *рис. 3* показана кинетика седиментации осадка, которая подтверждает низкую способность к уплотнению данного осадка. Для улучшения уплотнения осадков известно применение промывки [2].

Были проведены исследования по определению оптимальных режимов процесса промывки: расхода промывной воды. Смешение осадка с промывной водой осуществлялось в отдельной емкости в течении 20 мин., при встряхивании с помощью прибора «Clpan water bath shaker type 357» и одновременной продувке воздухом. Затем снималась кинетика седиментации осадков при разном расходе промывной воды. Данные эксперимента представлены на *рис. 4*.

Таблица 1

Свойства натурального совместного осадка маслоэмульсионных и кислотнощелочных сточных вод завода ОАО «КраМЗ».

Вид осадка	Плотность, г/см <sup>3</sup>	Влажность, %	Сухой остаток после просуш., г/дм <sup>3</sup>	Прокал.о статок, г/дм <sup>3</sup>		Потери при прокал., г/дм <sup>3</sup>		Зольность, %		Замасленность, %	Удельное сопротивление фильтра, см/г
				450С	800С	450С	800С	450С	800С		
Натурный осадок СВ ОАО КраМЗ	0,979	92,510	74,900	29,567	22,600	45,333	52,300	39,475	30,174	60,525	111,8·10 <sup>10</sup>

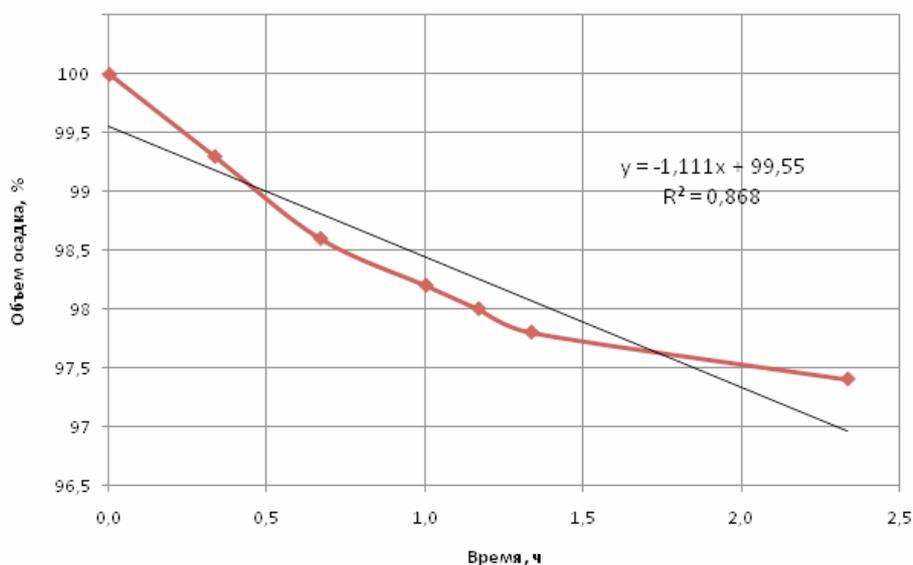


Рис. 3. Кинетика седиментации натурального осадка.

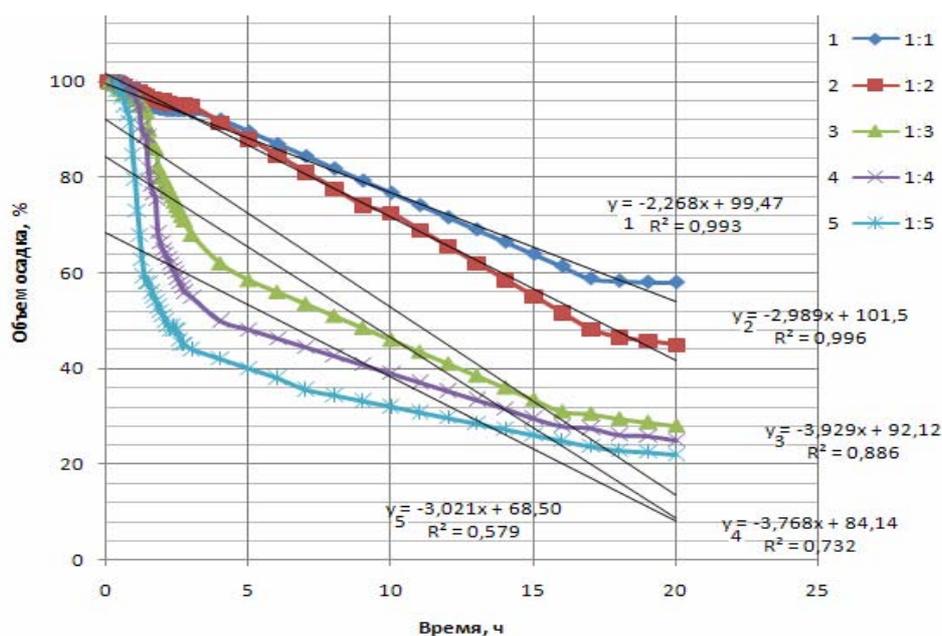


Рис. 4. Кинетика седиментации осадков после процесса промывки.

Из анализа результатов эксперимента следует, что продолжительность уплотнения осадков после промывки значительно уменьшается. Данные по изучению свойств осадков при разном количестве промывной жидкости показали, что при увеличении количества промывной жидкости происходит уменьшение замасленности в 1,3÷1,6 раза и повышение зольности в 1,3÷1,5 раза, что позволяет его использовать в качестве реагента для очистки маслоэмульсионных сточных вод.

#### **Примечание**

1. Чурбакова, О. В. Обработка и утилизация осадков сточных вод металлообрабатывающих предприятий: Автореф. дис. на соиск. уч. степени к.т.н. – Новосибирск, 2001. – 22 с.

2. Туровский, И. С. Обработка осадков сточных вод. – М.: Стройиздат, 1988. – 146 с.

### **ОЧИСТКА СТОЧНЫХ ВОД ОТ ИОНОВ ШЕСТИВАЛЕНТНОГО ХРОМА**

*Халтурина Т. И., к.х.н., профессор; Колдырев Е. В., Сибирский федеральный университет, г. Красноярск*

*Аннотация. Представлены результаты экспериментальных исследований 2-х ступенчатого процесса гальванокоагуляции хромсодержащих сточных вод с использованием активной загрузки Fe – СГН (углеродминеральный сорбент) и Al – СГН для осуществления глубокой очистки стоков.*

### **SEWAGE PURIFYING FROM HEX-VALENT CHROMIUM IONS**

*Halturina T. I., PhD (Chemical Sciences), Professor; Koldyrev E. V., Siberian Federal University, Krasnoyarsk*

*Abstract. Given are the research results on two-phase galvanocoagulation of chrome sewage water using active input of Fe – SGN (carbonmineral sorbing agent) and Al – SGN for integrated sewage treatment.*

На металлообрабатывающих предприятиях в процессах нанесения защитных покрытий в качестве ингредиентов технологических растворов используются соединения шестивалентного хрома [1]. Ионы шестивалентного хрома, выносимые сточными водами гальванического производства, относятся к группе высокотоксичных компонентов, обладающих широким спектром токсического действия.

Из анализа литературных данных современного состояния очистки воды и учитывая региональные условия, наиболее рациональным методом обезвреживания хромсодержащих сточных вод является гальванокоагуляция.

В работе были проведены исследования на гальванокоагуляционном модуле, аналогичном по конструкции, указанным в работе [2]. Изучение процессов гальванокоагуляционной обработки модельных и натуральных

хромсодержащих сточных вод (ОАО «Красноярский ЭВРЗ») проводилось при планировании эксперимента по методу Бокса-Хантера. Данные экспериментальных исследований позволили построить графические зависимости, представленные на *рисунке 1, 2*.



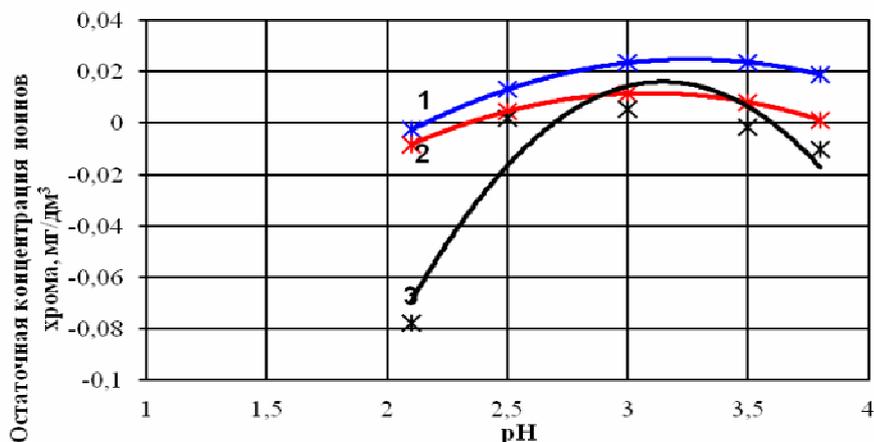
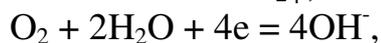
*Рис. 1.* Зависимость остаточной концентрации ионов хрома от времени контакта.

Как видно из рисунков 1 и 2, зависимости носят нелинейный характер и позволяют определить оптимальные режимы процесса.

Основой метода гальванокоагуляции являются электрохимические окислительно-восстановительные процессы, протекающие при генерации железосодержащего реагента путем образования в загрузке (Fe – углеродминеральный сорбент) бесконечного множества короткозамкнутых гальванических элементов. За счет разности электрохимических потенциалов железная стружка (анод) растворяется:

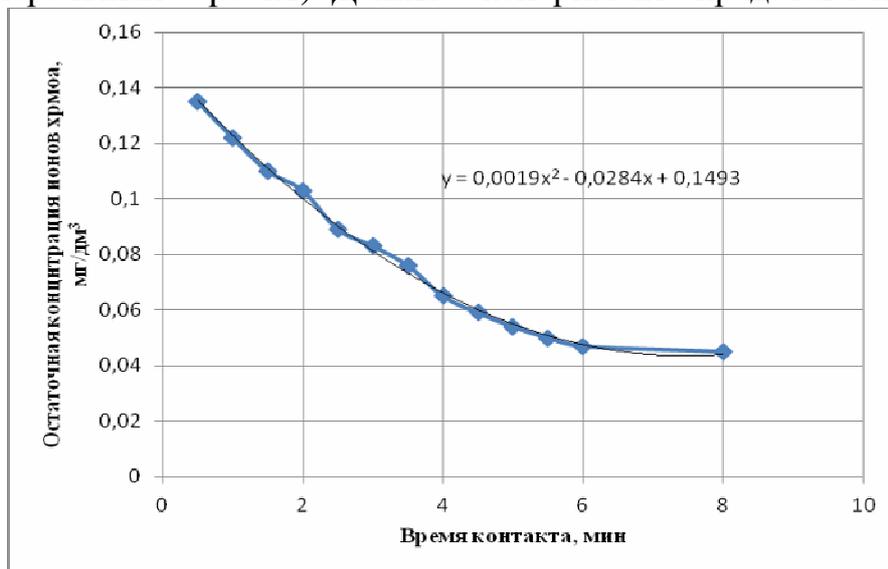


а на катоде (углеродминеральный сорбент) возможно протекание нескольких сопряженных реакций:



*Рис. 2.* Зависимость остаточной концентрации ионов хрома от величины pH.

Было установлено, что для удаления ионов трехвалентного хрома, рН стоков должно быть в пределах 7,5÷7,8, большее значение рН приводит к обратному переходу ионов хрома в раствор из-за амфотерных свойств осадка  $\text{Cr}(\text{OH})_3$ . Однако при данных значениях рН не наблюдается полное удаление ионов железа. Для достижения глубокой очистки были проведены дополнительные исследования по изучению возможности проведения второй степени гальванокоагуляции с использованием активной загрузки А1-СГН (углеродминеральный сорбент). Данные эксперимента представлены на *рис. 3*.



*Рис. 3.* Зависимость остаточной концентрации ионов хрома от времени контакта.

Полученные результаты исследований показали, что вторая степень гальванокоагуляции с последующим отстаиванием и фильтрацией позволяет осуществить глубокую очистку хромстоков для их использования в оборотной системе водоснабжения предприятия.

#### **Примечание**

1. Урецкий, Е. А. Ресурсосберегающие технологии в водном хозяйстве промышленных предприятий: Монография. – Брест, 2007. – 366 с.

2. Пат. РФ №2408542. Способ очистки сточных вод и устройство для его осуществления / Т. И. Халтурина, Т. А. Курилина, дата приоритета: 07.07.2009, дата публикации 10.01.2011, Бюл. № 11.

## **ТЮМЕНСКИЕ ВЛАСТИ В ДЕЛЕ ОРГАНИЗАЦИИ ВОДОСНАБЖЕНИЯ ГОРОДА (1862-1919 ГОДЫ)**

*Храмцов А. Б., к.и.н., доцент, ТюмГАСУ, г. Тюмень*

*Аннотация. Исследованы этапы сооружения тюменского водопровода в досоветское время – от первого деревянного до хозяйственно-противопожарного. Отмечен вклад городского управления и частных предпринимателей в решение проблем водоснабжения города.*

## TYUMEN AUTHORITY IN CITY WATER SUPPLY ORGANIZATION (1862-1919)

*Khramtsov A. B., PhD (Historical Sciences), Associate professor, TSUACE, Tyumen*

*Abstract. Studied are the stages of the Tyumen water pipeline construction in pre-Soviet era – from the first wooden one to the household-fireproof. Noted is the urban management and business owners' contribution in solving of city water supply issues.*

Решение «водной проблемы» для многих сибирских городов являлось первостепенной задачей жизнеобеспечения. Активизация сооружения водопроводов заключалась, во-первых, в стремлении преодолеть сложную санитарно-эпидемическую ситуацию, во-вторых, в необходимости обезопасить города от угрозы пожаров, имевших по большей части деревянную застройку. Эта злободневная проблематика составила основу формирования исследований в науке и технике того времени. В досоветский период активное развитие получила бактериология. В частности, проведение экспертизы качества воды содействовало пониманию острой потребности организации централизованного водоснабжения городов.

Городовые положения 1870 и 1892 гг. к сфере компетенции органов городского самоуправления относили различные вопросы жизнеобеспечения: распоряжение местным бюджетом, налогами, сборами и повинностями, инфраструктурой, обеспечение продовольствием, развитие народного образования, здравоохранения и благоустройства, в том числе, важным направлением работы городских властей стала организация водоснабжения на территории поселения: устройство водопровода, сточных труб, каналов, прудов, канав, протоков, мостов, гатей, переправ и т.п. В дореволюционной России насчитывалось порядка 700 городов, но с крайне невысоким уровнем благоустройства – только в 215 городах имелся водопровод, причем в большинстве из них количество домов, присоединенных к водопроводной сети, не превышало 10%, только 23 города имели канализацию [1].

Город Тюмень стал одним из первых на Урале и в Сибири, где благодаря энергичности и предприимчивости городского руководства был открыт водопровод. Потребность в его сооружении ощущалась в течение многих лет, что обуславливалось различными факторами, в частности: 1842 год – сильный пожар в затюменке, сгорело 200 домов, сильно пострадала церковь Петра и Павла; 1864 год – пожар во 2 части города, сгорело более 300 домов; 1848 год – эпидемия холеры, во время которой в Тюмени умерло 212 человек; активный прирост населения – 11 тыс. (1855 год), 13,8 тыс. чел. (1869 год), испытывавших потребность в воде. По объему промышленного производства город вышел на первое место в Тобольской губернии. Особенно широкое развитие получила кожевенная промышленность, салотопенное, свечное, гончарное производства, мыловарение и колокольное дело, на регулярной основе потреблявшие большие объемы воды.

В 1861 году городским главой был избран владелец конного завода, купец 1-й гильдии, Иван Алексеевич Подаруев, удостоенный звания потомственного почетного гражданина. Вступив в должность, он «видя крайнее затруднение жителей нагорной части в доставке воды из реки Туры по крутости ее берега как для домашнего употребления, так и в текущих случаях, пожелал оказать в этой необходимой нужде надлежащее содействие к постоянному запасу воды в нагорной части и обеспечить снабжение водою изб нагорной части чрез посредство водоподъемной машины». Голова предложил провести добровольный сбор денежных средств с местных жителей на устройство такого «полезного предприятия» [2].

На это предложение откликнулись местные купцы-промышленники и те, кто имел средства и мог оказать помощь. Среди инвесторов проекта оказались: А. Ф. Поклевский-Козелл (польский дворянин, надворный советник), внес – 2000 руб., С. М. Трусов и И. В. Трусов (почетные граждане, купцы) – 1500 руб. и 1200 руб., купцы:



И. Е. Решетников – 1000 руб., П. Г. Ядрышников – 1000 руб., М. В. Корчемкин – 1000 руб., А. С. Попов – 700 руб., К. К. Шешуков – 500 руб., И. В. Иконников – 300 руб., Н. М. Шешуков – 200 руб., И. А. Решетников – 500 руб., М. В. Космарева – 500 руб., Я. К. Щетинин – 300 руб., А. Г. Гласков – 200 руб., И. П. Войнов – 200 руб., Пимотягин – 200 руб., С. Г. Гилев – 150 руб., Г. Т. Молодых – 100 руб., Ф. С. Колмогоров – 100 руб. и др. На устройство водопровода требовалось не менее 25560 руб. серебром. Всей суммы собрать не удалось, а фактические затраты оказались значительно выше планируемых. Недостающую сумму внес из своих сбережений глава города.

Сверх этого, А. Ф. Поклевский-Козелл и И. С. Брюханов пожертвовали свои земельные участки: первый – под строительство дома для резервуара, второй – под сооружение бассейна. И. А. Подаруев заключил 29 мая 1862 года договор с британскими подданными, механиками Гектором Ивановичем Гуллетом и Петром Васильевичем Гексом на устройство паровой машины высокого давления мощностью 8 лошадиных сил, двух насосов и другого инженерно-технологического оборудования. В 1863 году на улице, позже названной Водопроводной, началась укладка трубопровода. Все инженерно-строительные работы были закончены к лету следующего года.

19 июля 1864 года в 19 ч. Прокопий Иванович Подаруев, сын главы города, по поручению отца, «желая воздать благодарение Всевышнему, помощнику в благих предприятиях, пригласил духовенство и граждан города, представителя губернского правления М. П. Курбановского, окружного начальника, городничего на божественную литургию по отслужении

благодарственного молебна об успешном окончании работ и благополучного действия водопровода в будущем» [3].

После проведения божественной литургии и при стечении жителей водоподъемная машина была пущена в ход. Водопровод состоял из паровой машины, нагнетавшей воду из колодца в особый резервуар. Отсюда вода подземными трубами, изготовленными из просверленных сосновых и лиственных бревен, стянутых металлическими кольцами, шла в чугунный бассейн на Александровской площади (совр. площадь Борцов революции). Водой из бассейна, а также из кранов в здании резервуара, мог пользоваться любой за установленную плату. Состоятельным горожанам центральной части города водопроводные трубы провели в их дома. Первый год водокачку обязался содержать Гуллет, а затем в течение трех лет он отвечал «за все могущие случиться у нее повреждения».



31 июля 1864 года состоялось собрание Тюменской городской думы, на котором П. И. Подаруев заявил гласным, что: «Строительство завершено благополучно и может быть передано в распоряжение и надлежащее ведение общества». В 1864-1872 годы купцы Подаруевы содержали водопровод на свои средства.

В 1873 году местная управа внесла водопровод в инвентарь своей недвижимости. Согласно протоколу думы от 18 марта 1873 года, на содержание водопровода решено выделять 2300-2500 руб. серебром в год, частью из бюджета города, частью с платежей населения; обязать управу взимать с жителей плату от 1 до 10 руб. в год за пользование водокачкой, которая давала 20 тыс. ведер воды в сутки. В последующие годы водоподъемная машина сдавалась в аренду частным предпринимателям [4]. На одного из членов управы возлагался надзор за работой водопровода. В управе можно было приобрести ярлык (разрешение) на ведение водовозного промысла. Тюменская полиция для поддержания порядка и охраны вверенной территории (в частях города) вводила полицейские посты. В частности, в III части постоянные посты были на Водопроводной улице (Текутьевский), у водокачки (Масловский) [5].

По решению городской думы в 1880 г. деревянный водопровод был реконструирован, заменена часть труб и пожарных колодцев, что позволило продлить его функционирование до начала XX века. Счет городских расходов на содержание водоподъемной машины в 1883 г. составил 2358,13 руб.

С открытием в 1885 году железнодорожной ветки «Екатеринбург-Тюмень» город стал развиваться еще интенсивнее, застраивались местности, прилегающие к железнодорожной станции, но значительно отдаленные от водопровода. С началом работ по сооружению ветки «Тюмень-Омск»

стремление жителей селиться поблизости к станционным путям еще более усилилось. Были образованы новые части города. Новые районы оказались в довольно неблагоприятных условиях по обеспечению водой, так как были удалены на значительное расстояние от реки, единственного места водозабора.

Причем забор воды из реки Туры был выбран для водоснабжения неудачно, почти на окраине города, по течению реки, а потому в водопровод попадала вода, загрязненная местными стоками и отбросами. Отсутствие очистки и фильтрации вынуждало горожан круглый год пользоваться мутной речной



водой, которая во время весеннего разлива и сильных дождей не могла быть приемлема для употребления в пищу без предварительного и продолжительного отстаивания. К тому же такая вода не соответствовала санитарным нормам. Скажем, Медицинским советом Главного управления по делам местного хозяйства МВД 30 октября 1907 года были утверждены санитарные требования, которым должны удовлетворять сточные воды, спускаемые в общественные водоемы [6].

Насосы и паровые котлы из-за недостаточной мощности и неэкономичности не отвечали техническим требованиям времени: водонапорная башня с запасным возвышенным резервуаром была недостаточна по высоте и не в состоянии снабжать водой удаленные от нее высотные здания в городе. А главный недостаток такой системы водоснабжения заключался в том, что сеть водопроводных труб, очень незначительная по длине, состояла из старых сосновых труб, прогнивших от времени, а потому работа водопровода могла остановиться в самое нужное для тушения пожаров время. Как отмечал один из современников, «вода в водопроводах испорчена, трубы давно перегнили, водокачка разрушается...» [7].

Недостатки деревянного водопровода и его отдаленность от новых районов разросшегося города, все активней вставали на повестку дня. С каждым годом потребность в обеспечении населения водой только усиливалась. Техническая поддержка и ремонт действовавшего водопровода (замена труб, деталей насосов, узлов и кранов) давали лишь временную передышку, не решая проблему в целом. К тому же полиция периодически присылала в городскую управу акты о неисправностях улиц, систем водоснабжения и водоотведения в частях города, с просьбой их возможного устранения. В частности, уездный исправник 29 октября 1900 года сообщал управе, что чаша с водой (резервуар), устроенная на Царской площади, в I части г. Тюмени, иногда не вмещает в себя то количество воды, каковое отпускается водокачкой. Вследствие этого, вода разливается по всей площади,

где она замерзает и образует сплошную массу льда, что крайне неудобно для проезда. Пристав III части города в 1912 году докладывал, что в его районе недавно засыпанная водопроводная канава провалилась и просил сделать распоряжение о ее засыпке [8].

Водопровод фактически стал убыточным предприятием. Его доходность была невысокой и не покрывала издержки города. Согласно инвентарной ведомости городской недвижимости на 1902 год, водопровод с резервуарами стоил 11703,15 руб. + движимое имущество при водокачке – 994,50 руб. Содержание водопровода в 1907 году 5033,77 руб. В 1911 году доход управы за пользование водой составил 1425 руб., в 1913 году – 1521 руб. [9].

Наряду с этим, фабрично-заводские предприятия и учреждения города нуждались в современных средствах водоснабжения. В 1909 году местная дума рассматривала ходатайство «Товарищества кожевенного производства и торговли «Братьев Плишкиных» о разрешении им строительства своего собственного водопровода для нужд завода. В заявлении отмечалось, что в данный момент уже существуют два частновладельческих водопровода («ТД Собенников и Бр. Молчановы» и «Товарищество В. Логинова»). В 1910 году думское собрание утвердило смету на проведение городского водопровода в Александровский родильный дом и в городскую богадельню. В это же время, поступало немного прошений от горожан о разрешении провести домовые ответвления от водопровода. В основном просьбы удовлетворялись с условием оплаты. Возможность получения дополнительной прибыли для нужд города от продажи питьевой воды обусловила необходимость строительства нового, технически усовершенствованного водопровода.

Тюменская городская дума и управа решили приступить к сооружению нового хозяйственно-противопожарного водопровода, который бы мог «посредством фильтрации дать здоровую для питья воду и быть надежным средством в борьбе с огненной стихией». В 1907 году дума учредила городскую комиссию по устройству водопровода и электрического освещения. Комиссии было поручено заняться проработкой вопроса и собрать сведения об устройстве водопроводов в других городах – Тобольск, Екатеринбург, Пермь.

Собрания местной думы по вопросу водоснабжения города состоялись в ноябре-декабре 1908 года, заслушаны доклады городского архитектора, механиков частных фирм, рассмотрен опыт других городов, определена примерная сумма на содержание городом служащих и самого водопровода в размере 21320 руб. В 1911 году московская фирма «Нептун» (Товарищество инженеров «Н. П. Зимин и К<sup>о</sup>») составила нивелировочный план на г. Тюмень, а также предварительный проект устройства и смету содержания хозяйственно-противопожарного водопровода (см.: табл. 1). По проекту подрядчика, общая стоимость сооружения водопровода составляла 477622 руб. 84 коп. [10].

Свободного капитала для строительства водопровода у городской администрации не было. По мнению гласных думы, «подобного рода предприятия, имеющие своей целью удовлетворение общественных нужд не только настоящего, но и будущего времени, должны быть сооружаемы на средства займов». Глава города Андрей Иванович Текутьев 22 декабря 1908

года доложил губернатору, что в думе обсуждался вопрос о разрешении займа из страхового капитала Тобольской губернии на устройство водоснабжения.

Таблица 1

*Смета по содержанию водопровода. 1912 г.[12].*

№	Должности	Кол-во	Оклад содержания в год (руб.)	Всего (руб.)
1	Инженер, зав. водопроводом	1	3000	3000
2	Старший машинист	1	900	900
3	Помощник машиниста	2	480	960
4	Масленщик	3	300	900
5	Кочегар	3	240	720
6	Слесарь	2	480	960
7	Рабочий	4	180	720
8	Сторож при водоразборе	12	240	2880
9	Сторож в здании водокачки	2	240	480
	Всего	30		11520
10	Содержание и ремонт сооружений			13480
	Всего			25000

Ввиду сложности водопроводных работ в городе, расположенном на значительном пространстве, вздорожания в последнее время строительных материалов и рабочей силы, а также необходимости производства технических изысканий дума признала первоначальную сумму недостаточной (250 тыс. руб.) и постановила возбудить ходатайство о разрешении ссуды в 350 тыс. руб. с погашением в течение 50 лет с ежегодной уплатой 7 тыс. руб. и с начислением 4% годовых. В обеспечение ссуды планировалось предоставить городское имущество, оцененное в 1602485 руб. Губернатор дал добро [11].

Длина сети водопроводных труб планировалась общей протяженностью в 20 верст с двойной перекидкой через реку Туру для обеспечения водой заречной части города. Водоприемник, по этому проекту, должен был находиться выше по течению реки; вода должна была очищаться американскими фильтрами и подаваться в количестве 150 тыс. ведер в сутки. Хозяйственная потребность города в воде при ежедневной норме в 3 ведра на жителя определялась в 105 тыс. ведер в сутки [12]. Значит, этого количества должно было хватить не только на нужды горожан, но и для промышленного использования. При таком уровне суточного потребления стоимость подачи 100 ведер составила 10 руб. 75 коп. Отпуск воды был установлен за плату 15 коп. за 100 ведер из домовых ответвлений и 20 коп. за 100 ведер из водозаборов. Таким образом, проектируемый водопровод не только должен был окупить все расходы на его постройку, но и дать прибыль местному бюджету.

В 1911 г. гласные думы учредили городскую водопроводную комиссию под председательством главы города Павла Ивановича Никольского. В состав комиссии вошли: К. П. Чакин, В. В. Виницкий, Н. Д. Машаров, Н. И. Сергеев, Т. К. Огибенин и К. А. Плишкин. На заседании думы 19/20 января 1915 г. был утвержден новый состав комиссии: П. И. Никольский, В. И. Колокольников, К. А. Плишкин, Н. Д. Машаров, Н. И. Сергеев, М. А. Кругляшев, К. П. Чакин, Д. Г. Горбунов. Заведовал строительными работами А. Я. Дозоров, соорудивший

водопровод в г. Тобольске [13]. Водопроводная комиссия на своем заседании 5 января 1914 г. решила перейти с паровой на электрическую силу при работах на насосной станции. Дума утвердила проект комиссии о приобретении одной паровой в 100 сил и трех электронасосов. В общей сложности необходимо было 5 электронасосов и 3 паровых машины в 100 сил и 2 по 50 сил каждая. Относительно выбора места для постройки водонапорной башни, комиссия предложила место на базарной площади напротив сиротопитательного заведения. Кроме того, требовалось закупить 646 штук восьмидюймовых и 4000 шестидюймовых чугунных труб, а также заменить деревянные пожарные колодцы бетонными. Стоимость одного деревянного колодца составляла 67 руб. 90 коп., каменного – 137 руб. 62 коп., бетонного – 90 руб. 50 коп. Всего по городу насчитывалось 204 колодца, в этой связи их замена вызвала удорожание проекта на 4610 руб. Дума, заслушав доклад комиссии, одобрила выбранное место, замену труб и колодцев и другие предложения комиссии [14].

В 1912-1914 годы водопроводная комиссия собиралась на регулярной основе. На заседаниях обсуждались ключевые вопросы, составлялись планы работ, чертежи, рассчитывались расходные сметы, принимались меры к заготовке необходимого оборудования и материалов. В связи с нехваткой средств, наиболее остро стоял вопрос о замене деревянных пожарных колодцев вновь строящегося водопровода на бетонные. К тому же нивелировка улиц привела к изменению уличной сети водопровода. 27 мая 1914 года дума рассмотрела подготовленный водопроводной комиссией проект правил на проведение воды из водопровода в дома частных лиц, казенных и общественных учреждений и торгово-промышленных предприятий. По этим правилам, домовладелец, желавший провести себе воду, должен был подать заявление в управу и уплатить в кассу 5 руб. на составление чертежей и сметы. Отпуск воды учитывался водомером, который должен был поставлен в удобном для осмотра и всегда доступном внутреннем помещении. Контролер управы снимал показания с водомеров при домовых водопроводах не реже одного раза в месяц и записывал количество воды, поступившее в дома. Затем управа выставляла домовладельцу счет за отпущенную воду [15].

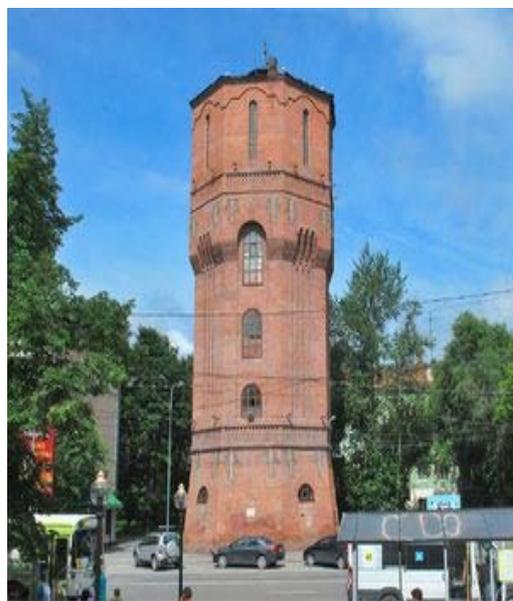
Городская дума 31 мая 1912 года постановила: «Заключить на устройство в г. Тюмени хозяйственно-противопожарного водопровода заем до 350 тыс. руб. в каком-либо ипотечном Банке Империи под залог городских выгонных земель». Договор был заключен с Ярославско-Костромским земельным банком с 1 января 1913 года на 350 тыс. руб. под залог городских выгонных земель на условиях погашения ссуды за 66 лет 2 месяца с тем, что управа оставляла за собой свободу действий в распоряжении заложенных земель, имея право на сдачу их в аренду и получение платы за их использование. При реализации этого займа город получил наличными 297 тыс. 66 руб. Таким образом, для осуществления проекта городскому управлению не хватало свыше 180 тыс. руб. Поэтому местная дума решила сократить первоначальный проект и отказаться от прокладки водопровода в заречную часть города [16].

Весной 1914 года ситуацию осложнило наводнение в заречной части города. По данным газеты, «вода начинает затоплять городскую водокачку». В

связи с наводнением состоялось экстренное заседание думы, на котором был принят комплекс мер по борьбе со стихией [17]. Начавшаяся Первая мировая война также создала целый ряд препятствий к окончанию постройки водопровода. Дело в том, что водотрубные котлы для насосной станции были заказаны фирме «Финцер-Гамперт» в Сосновицах, городе, который в самом начале войны заняли германскими войсками, а машины заказаны в посреднической фирме «Трек» в Петрограде, причем, сами машины должны были быть изготовлены в Швеции. Владелец фирмы «Трек» оказался германским подданным и был выслан из Петрограда. Разумеется, в условиях войны эти заказы в сроки реализованы быть не могли.

К январю 1915 года строительные работы первой очереди были окончены. В нагорной и затюменской частях города проложена водопроводная сеть, построены водоприемник, общегородская водонапорная башня (по ул. Ишимской – совр. Орджоникидзе) и насосная станция, несколько водозаборных будок, а деревянные трубы заменены чугунными.

Водонапорная башня представляла собой кирпичное, восьмигранное, монументальное, пятиярусное строение с элементами оборонного зодчества и высотой около 25 метров. В начале XX века это было самое высокое сооружение в г. Тюмени. Арочные световые окна обогащали пластику стен, не нарушая их монолитности. Самый верхний ярус был порезан вертикальными щелевидными проемами наподобие отверстий бойниц. Со стороны западного фасада башни почти на всю ее высоту пристроен четырехугольный узкий объем внутренней лестницы. По заключению комиссии, «водопровод приведен в такое состояние, что для приведения его в действие только не достает машин» [18].



Выход из сложившейся ситуации городская власть видела во временном устройстве водопровода. До получения заказанных машин задержку решили устранить, перенеся на новую станцию котлы и машины со старой станции. По отзыву технического надзора, старые котлы и машины вполне могли исправно обслуживать некоторое время новую водопроводную сеть. При применении старых машин нельзя было использовать фильтры, и потому вода, как и прежде, доставлялась потребителям не фильтрованная. Кроме того, нельзя было при таком устройстве пользоваться и пожарным давлением, следовательно, водопровод временно выполнял лишь хозяйственную функцию. 23 апреля 1915 года в затюменке проходил пробный пуск водопровода; 26 апреля – в нагорной части, напротив городской управы. 29 июня на ярмарочной площади состоялось официальное открытие новой водокачки общего пользования [19].

Несмотря на все трудности военного времени, постройка водопровода была успешно завершена, в результате чего горожане получили питьевую воду,

отвечавшую санитарным требованиям, а также средство борьбы против частых пожаров. За вклад в сооружение хозяйственно-противопожарного водопровода по прошению городского управления бывшему главе города П. И. Никольскому в 1916 году было присвоено звание почетного гражданина г. Тюмени.

В 1915-1917 годы водопровод как муниципальное предприятие состоял на балансе управы и функционировал в штатном режиме. На предприятии отмечался ряд аварий и случаев нанесения служащим производственных травм. В частности, рабочий Арбузов получил увечье и подал иск в городскую управу в размере 2 тыс. руб. По правильности и существу требований и крайне тяжелому положению истца ему было уплачено по мировой сделке 1 тыс. руб. [20]. По сметам городской управы на содержание водопровода выделено: 1916 год – 54476,5 руб.; 1917 год – 172045,2 руб. На предприятии работал 31 человек с общим размером жалования 1906 руб. в месяц (зарплаты в среднем выросли в 2 раза). С 1 января 1918 г. вводилась новая должность машиниста. В местной управе был создан водопроводный отдел. Согласно его отчетам, предприятие работало рентабельно (см.: табл. 2). По оценке управы, общая стоимость всей системы городского водопровода составила 8 400 000 руб. (1917 год) [21].

Таблица 2

*Бюджет городского водопровода. 1917-1918 годы [22].*

1917 г.			1918 г.		
доход	расход	прибыль	доход	расход	прибыль
89616,33	82909,73	6706,6	280461,02	209698,75	70762,27

27 июля 1917 года водопровод перешел в ведение новой городской думы, избранной на демократических принципах. Общий надзор со стороны города за его работой был возложен на М. Ф. Кузнецова (товарищ городского головы), заведовавшего отделом муниципальных предприятий и земельного фонда [23].

Летом 1918 года, несмотря на смену власти в городе, система водоснабжения не прекратила свою работу. В силу сложившихся обстоятельств основная задача заключалась в обеспечении бесперебойной подачи воды, а также сохранении кадрового состава предприятия. В условиях безудержной инфляции и дороговизны жизни город был вынужден периодически поднимать тарифы на услуги водоснабжения. По постановлению думы от 12 сентября 1918 г. повышалась плата за пользование водой из водопровода – за 100 ведер для учебных и городских учреждений с 60 коп. до 1 руб. 20 коп.; для промышленных предприятий с 60 коп. до 1 руб. 50 коп.; для торговых бань с 1 руб. до 1 руб. 50 коп.; с домовых ответвлений с 2 руб. 50 коп. до 5 руб. [24].

Тюменский водопровод отвечал всем требованиям того времени. Причем советская власть, в 1919 году окончательно установившаяся в городе, вплоть до Великой отечественной войны использовала машины и трубы инженерного сооружения дореволюционного времени. Стало быть, вклад «отцов города» и предпринимателей в решение проблем водоснабжения г. Тюмени очевиден. Не смотря на ограниченность бюджетных средств и другие трудности, городские власти завершили постройку такого сложного инженерного сооружения как водопровод, тем самым, обеспечив на регулярной основе водой местных жителей, учреждения социальной инфраструктуры, а также торго-

промышленные предприятия, чего смогли добиться немногие города Сибири. Даже в условиях войны и социального катаклизма 1917-1919 годов город не скатился в яму, в т. ч. благодаря устойчивой работе системы жизнеобеспечения.

#### *Примечание*

1. Былинкин, Н. П. История советской архитектуры 1917-1958 гг. – М., 1962. – С. 36.
2. Из истории тюменского городского водопровода. – Тюмень, 1998. – С. 3.
3. Тобольские губернские ведомости. – 1864. – № 36. – С. 299-301.
4. Государственный архив Тюменской области (ГАТО). Ф. И-2. Оп. 1. Д. 489 а. Л. 36, 66; Д. 500. Л. 108.
5. Там же. Ф. И-1. Оп. 1. Д. 111. Л. 11-14.
6. Там же. Ф. И-1. Оп. 1. Д. 1. Л. 98-101.
7. Письма из Тюмени претендента на должность городского головы. – Тобольск, 1894. – С. 15.
8. ГАТО. Ф. И-1. Оп. 1. Д. 40. Л. 5; Д. 580. Л. 149-154.
9. Там же. Ф. И-1. Оп. 1. Д. 229. Л. 66-71; Ф. И-2. Оп. 1. Д. 966. Л. 11.
10. Предварительный проект устройства хозяйственно-противопожарного водоснабжения г. Тюмени / Сост. Товариществом «Н. П. Зимин и К<sup>о</sup>». – М., 1912. – С. 45.
11. ГАТО. Ф. И-2. Оп. 1. Д. 1111о. Л. 9-10, 12-12 об.
12. Там же. Ф. И-1. Оп. 1. Д. 443. Л. 40-41.
13. Там же. Л. 13-14 об.
14. Там же. Ф. И-1. Оп. 3. Д. 19. Л. 29 об; Оп. 1. Д. 61. Л. 361.
15. Там же. Ф. И-2. Оп. 1. Д. 547. Л. 93-97.
16. Там же. Д. 547. Л. 3 об.; 16-16 об., 22 об.-25; Д. 972. Л. 2 об.
17. Сибирская торговая газета. – 1914. – № 92. – С. 3; – № 95. – С. 3-4.
18. Из истории тюменского городского водопровода. – Тюмень, 1998. – С. 9.
19. Сибирская торговая газета. – 1915. – № 131. – С. 3.
20. ГАТО. Ф. И-1. Оп. 1. Д. 540. Л. 8-8 об.
21. Там же. Ф. Р-180. Оп. 1. Д. 27. Л. 29 об., 63-63 об.
22. Там же. Д. 28. Л. 11.
23. Там же. Ф. И-1. Оп. 1. Д. 62. Л. 1-1 об.
24. Объяснительная записка Тюменской городской управы к проекту сметы доходов и расходов г. Тюмени на 1918 г. – Тюмень, 1918. – С. 4.

### **ЗАГРЯЗНЕНИЕ ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОД ХВОСТОХРАНИЛИЩЕМ УРАНОПЕРЕРАБАТЫВАЮЩЕГО ПРЕДПРИЯТИЯ В СЕВЕРНОМ КАЗАХСТАНЕ**

*Хусаинов А. Т., д.б.н., профессор; Скипин Л. Н., д.с.-х.н., профессор; Софронова Л. И., к.б.н., доцент, ТюмГАСУ, г. Тюмень*

*Аннотация. Сравнительный анализ радионуклидного загрязнения показал, что суммарная альфа-активность всех водных проб и суммарная бета-активность проб стоячих водоемов возле хвостохранилища превышает нормативные значения для питьевой воды.*

### **CONTAMINATING OF SURFACE WATER BY TAILING DUMP AT URANIUM-PROCESSING PLANT IN NORTHERN KAZAKHSTAN**

*Husainov A. T., Doctor of Biological Sciences, Professor; Skipin L. N., Doctor of Agriculture, Professor; Sofronova L. I., PhD (Biological Sciences), Associate professor, TSUACE, Tyumen*

*Abstract. The comparative analysis of radionuclide contamination demonstrates that the total alpha-activity of all water tests and the total beta-activity of standing-water bodies tests nearby the tailing dump exceed potable water standard values.*

В настоящее время Казахстан является мировым лидером по добыче урана. Широкомасштабные горнодобывающие работы, проводимые в течение более чем полувекового периода, оказывают губительное воздействие на окружающую среду и требуют постоянного контроля за её состоянием.

Основными видами производственных отходов являются хвосты переработки урановых руд. Хвосты переработки руд гидроуносом транспортируются на хвостохранилища, где производится их складирование.

Радиоактивное загрязнение окружающей среды порождает множество проблем: экологические, медико-биологические, социально-экономические и др. Решение большинства из них зависит от научно обоснованной оценки радиационного воздействия на компоненты окружающей среды и, соответственно, на человека. Нами изучалась миграция радионуклидов в поверхностные воды, прилегающих к объектам ТОО «Степногорский горно-химический комбинат» (СГХК).

*Условия и методика исследования.* Город Степногорск расположен на юго-востоке в 185 км от областного центра – города Кокшетау, в 120 км на юго-западе от столицы Республики Казахстан – г. Астаны. Ближайшими населенными пунктами являются села Карабулак, Ивановское, Богембай, Мирный, Советское, Политехник, Кудабас, Черняховское и Баскудук, расстояние до которых составляет от 7 до 25 км.

СГХК расположен в промышленной зоне города Степногорска, в 20 км севернее города и в 5 км восточнее поселков Аксу и Заводской, хвостохранилище СГХК – в 4 км на западе. Ближайшая жилая зона (поселки Аксу и Заводской) удалена от площадки СГХК на расстояние 3,4 км в юго-западном направлении. В других направлениях жилых зон нет. На удалении около 10 км в юго-западном направлении размещаются городские коллективные сады (дачные участки). На расстоянии около 9 км к югу протекает река Аксу со средней продолжительностью стока 30-40 дней в год и годовым стоком 7550 тыс. м<sup>3</sup>. В окрестностях города имеются мелкие соленые озера.

На СГХК перерабатываются урановые и медно-молибденовые руды. Основными видами производственных отходов являются хвосты переработки этих руд. В состав жидкой и твердой фазы пульпы хвостов переработки урановых и медно-молибденовых руд входят: кремнезем, гипс, карбонаты, глинозем, окислы железа, сера, пятиокись фосфора, уран, молибден. Помимо этого, в составе их присутствуют: свинец, цинк, олово, ртуть, мышьяк, селен, висмут и др. Содержание этих металлов составляет тысячные доли процента.

Сточные воды сбрасываются с промышленной площадки в русло реки Аксу, после предварительной комплексной биологической очистки на санитарных очистных сооружениях. В каждом литре желеобразной «пульпы», помимо карбонатов, мышьяка, молибдена, фосфора и других химических элементов содержится до 1г активного урана, а также радия и тория. На территории установлена система перехвата дренажных вод с хвостохранилища, которая временно предотвращает дальнейшее распространение отходов.

*Результаты и их обсуждение.* Химический состав прудковой воды во многом определен химическим составом перерабатываемых руд и растворимостью слагающих их веществ. Основными загрязнителями являются: мышьяк, молибден, уран и радий, содержание которых превышает ПДК в десятки раз. Наиболее значительными естественными водоемами являются озера Маныбай и Сулукамыс. Максимальные значения загрязняющих веществ в Маныбайском и Сулукамысском тальвегах приведены в *таблице 1*.

*Таблица 1*

*Химический состав воды поверхностных водоемов, 2007-2010 гг.*

Местоположение точки отбора пробы	ΣАα, Бк/л	U, мг/л	Ra, Бк/л	Mo, мг/л	As, мг/л
Маныбайский тальвег					
200 м к востоку от карты 2	4,9	0,19	0,13	13,57	1,47
400 м к востоку от карты 2	11,3	0,08	0,18	0,90	0,23
500 м к с-в от т.2	4,0	0,11	0,27	8,82	1,49
Водоем в карьере	3,5	0,11	0,22	<0,1	0,08
С-з сторона грейдера	7,8	0,37	0,06	0,92	0,14
С-в сторона грейдера	8,7	0,35	0,11	0,64	0,09
Озеро Маныбай	8,0	0,27	0,06	0,77	0,07
Сулукамысский тальвег					
Оз. Сулукамыс, юг	0,5	<0,04	0,10	2,49	1,35
Оз. Сулукамыс, с-з	2,6	0,17	0,09	1,92	0,98
Карьер на сопке	0,5	<0,04	0,13	0,12	<0,02
400 м к сев. от дамбы	21,6	0,44	0,48	8,38	2,10
Норматив НРБ-99, СП2.6.1.758- 99	0,1	1,8	0,5	0,25	0,05

Для оценки степени загрязненности водоемов использовали значения предельно допустимых концентраций загрязняющих веществ в питьевой воде (ПДК), которые составляют: мышьяк – 0,05 мг/кг, молибден– 0,25 мг/кг, сульфат-ион – 500 мг/кг; радионуклиды: уран (238) – 0,25 мг/кг, радий – 0,5 Бк/кг. Состав воды в тальвеге Маныбайского направления преимущественно сульфатно-хлоридный, что является типичным для водоемов Северного Казахстана, а по значению рН соответствует классу нейтральных и слабощелочных вод. В водоемах и водотоках Маныбайского направления максимальные значения вредных веществ составили: по урану – 1,2 мг/л, или 0,67 ПДК<sub>в</sub> (для водоемов хозяйственно-бытового назначения ПДК<sub>в</sub>=1,8 мг/л); по мышьяку – 2,27 мг/л, или 45,4 ПДК<sub>в</sub> (ПДК<sub>в</sub>=0,05 мг/л); по молибдену – 1,91 мг/л, или 7,6 ПДК<sub>в</sub> (ПДК<sub>в</sub>=0,25 мг/л).

Таким образом, в водах озера Маныбай наблюдается существенное повышение концентрации мышьяка, молибдена и урана. Это связано с

переносом растворимых солей урана и молибдена тальвыми водами ниже по тальвегу и их концентрированию в воде и в илах котловины озера Маньбай.

Водоемы тальвега Сулукамысского направления представлены преимущественно сульфатными и хлоридно-сульфатными водами и относятся к классу нейтральных и слабощелочных вод. Максимальные содержания загрязняющих веществ в воде водоемов тальвега Сулукамысского направления составляли: по мышьяку – 41,8 мг/л (856 ПДК); по молибдену – 49,0 мг/л (196 ПДК). Снижение концентрации токсических веществ в поверхностных водоемах происходит за счет перехвата фильтрационных вод из карт хвостохранилища дренажными системами и насосными станциями. Кроме этого, идет процесс вымывания паводковыми и дождевыми водами загрязняющих веществ (U, As и Mo) с поверхности и их вынос в наиболее пониженные формы рельефа.

Повышенные концентрации урана в воде наблюдались в районе железнодорожного отвала пустых пород. Так, в районе шахтного водоотлива содержание урана составляло 0,54 мг/л, а в водоеме, примыкающем непосредственно к породному отвалу с северной стороны, достигало 4,95 мг/л, что вероятно связано с выщелачиванием этого элемента из пород отвала. В этом же водоеме установлено повышенное содержание молибдена до 24 ПДКв.

Сравнение приведенных выше данных с результатами прошлых лет показывает, что первые укладываются в диапазон минимальных – максимальных значений многолетних наблюдений. Этот факт говорит об отсутствии влияния хвостохранилища на поверхностные водоемы после устройства в 1985 году дренажной системы.

В последние годы заметно возросли концентрации загрязняющих веществ в прудковой воде карты 1 и испарительной карты, что связано с уменьшением объема воды за счет испарения.

Анализируя в целом результаты наблюдений можно отметить следующее:

- концентрации основных загрязняющих веществ, кроме урана, значительно выше в водоемах Сулукамысского тальвега, чем Маньбайского. Это связано с тем, что до устройства дренажной системы, фильтрующиеся из хвостохранилища воды распространялись в основном по Сулукамысскому тальвегу;

- на фоне больших разбросов значений, связанных преимущественно с различной степенью испарения водоемов, трудно установить зависимость изменения (уменьшения) содержания загрязняющих веществ во времени. Водоемы Сулукамысского тальвега, неоднократно полностью высыхая в засушливые годы, а затем, заполняясь в весенние периоды, тем не менее, постоянно характеризуются высокими концентрациями загрязняющих веществ;

- из всех водоемов Маньбайского тальвега повышенные содержания загрязняющих веществ, кроме урана, отмечаются лишь в трех-четырех, расположенных наиболее близко к хвостохранилищу. Далее ниже по тальвегу во всех водоемах одинаково низкие концентрации загрязняющих веществ, кроме урана, содержание которого здесь несколько повышено – до 0,6-0,7 мг/кг, что связано с ранее действовавшим сбросом шахтных вод.

Основной водоток района Степногорска – река Аксу протекает в 10 км южнее площадки хвостохранилища и, с учетом направления потока подземных вод (северо-восточное), оказывается вне зоны влияния хвостохранилища.

В верхней части реки Кутунгуз находится уранодобывающий рудник №11. Шахтно-рудничная вода проходит через очистные сооружения и вливается в реку Кутунгуз. От реки Кутунгуз на расстоянии 150-200 м находится поселок Кронштадтка, жители которого используют воду данной реки для водопоя скота, полива огородов и для хозяйственных нужд. В этой точке суммарная альфа – и бета – активность остается высокой (см.: табл. 2).

Таблица 2

*Влияние хвостохранилища СГХК на радионуклидное загрязнение вод открытых водоемов, 2010-2011 гг.*

Место отбора проб	Концентрация естественного урана, Бк/л	Суммарная альфа-активность, Бк/л	Суммарная бета-активность, Бк/л
Р. Кутунгуз, 500 м до сброса	0,27	-	-
Р. Кутунгуз, 500 м после сброса	3,8		
Р. Кутунгуз, точка N1	14,3	7,6	1,03
Р. Кутунгуз, точка N2	10,7	8,7	1,10
Р. Кутунгуз, точка N3	15,6	12,04	0,91
Отработанный карьер п. Шантобе	4,3	1,65	0,71
Стоячий водоем возле хвостохранилища СГХК, точка N1	-	0,30	3,96
Стоячий водоем возле хвостохранилища СГХК, точка N2	-	8,5	2,41
Река Аксу	1,0	0,21	0,39
Пруд у поселка Аксу	0,5	1,21	0,39
Норма	3,1	0,1	1,0

В отработанном карьере и стоячем водоеме у хвостохранилища (точка N1) удельная активность  $^{226}\text{Ra}$  высокая и составляет соответственно 205 и 236 Бк/кг. В реке Аксу и пруде у поселка Аксу концентрация  $^{226}\text{Ra}$  незначительная и составляет 14 Бк/кг и 35 Бк/кг. В воде верхней части реки Кутунгуз до сброса шахтно-рудничной воды удельная активность  $^{238}\text{U}$  (уран) составляет 0,27 Бк/л, а в 500 метрах после сброса 3,8 Бк/л.

Концентрация урана в воде после сброса в реку Кутунгуз не понижается, а остается высокой. Так, в точках №№ 1,2,3 реки Кутунгуз удельная активность естественного урана составляет, соответственно, 14,3 Бк/л, 10,7 Бк/л, 15,6 Бк/л., то есть, существенный вклад в загрязнение реки радиоактивными веществами дает вода, поступающая из рудника № 11.

В отработанном карьере, где удельная активность естественного урана в воде составляет 4,3 Бк/л, вода используется для полива огородов. В реке Аксу и в пруде у поселка Аксу содержание естественного урана незначительно и составляет, соответственно 1,0 Бк/л и 0,5 Бк/л. По сравнению с другими водоемами в реке Кутунгуз суммарная альфа – активность высокая и находится в пределах от 7,6 Бк/л до 12,04 Бк/л. Суммарная бета – активность в водоеме возле хвостохранилища составляет 3,96 Бк/л, и 2,41 Бк/л.

Суммарная альфа – активность всех водных проб и суммарная бета – активность проб стоячих водоемов возле хвостохранилища превышает нормативные значения для питьевой воды (для альфа – 0,1 БК/л, для бета – 1,0 Бк/л, урана 238-3,1 Бк/л), хотя вода открытых водоемов не нормируется по радиационным показателям. В целом, сравнительный анализ радионуклидного загрязнения водоемов показал, что водоемы вблизи уранодобывающих предприятий и хвостохранилища загрязнены радионуклидами. Это отрицательно проявляется в плане перераспределения их в прилегающих экосистемах через трофические цепи.

## **ОЧИСТКА СТОЧНЫХ ВОД КОТТЕДЖНОГО ПОСЕЛКА С ГЛУБОКИМ УДАЛЕНИЕМ АЗОТА И ФОСФОРА**

*Чередникова О. С., студент, Ижевский государственный технический университет им. М. Т. Калашникова, г. Ижевск*

*Аннотация. Рассмотрена возможность использования для очистки сточных вод коттеджного поселка модульной установки малой производительности с плоскостной загрузкой, пористыми и перфорированными аэраторами биотенка и ультрафильтрационными мембранами, что позволяет интенсифицировать процесс очистки сточных вод.*

## **COTTAGE SETTLEMENT WASTE WATER PURIFICATION WITH HIGH NITROGEN AND PHOSPHOR REMOVAL**

*Cherednikova O. S., undergraduate, Kalashnikov Izhevsk State Technical University, Izhevsk*

*Abstract. Considered is the opportunity to purify cottage settlement waste water by using the modular low-duty unit with flat-bed input, porous and perforated biotank aerators and ultrafiltration membranes, enabling to intensify waste water purification.*

Очистка сточных вод является одним из основополагающих компонентов в системе защиты окружающей среды от загрязнения. Актуальность проблемы удаления из сточных вод соединений азота и фосфора обусловлена ухудшением качества воды рек и водохранилищ, вызванным эвтрофикацией, которая в значительной мере определяет экологическую ситуацию. В настоящее время широко развивается строительство коттеджных поселков. Для решения проблемы очистки сточных вод в целом по посёлку необходимо строительство централизованных очистных сооружений.

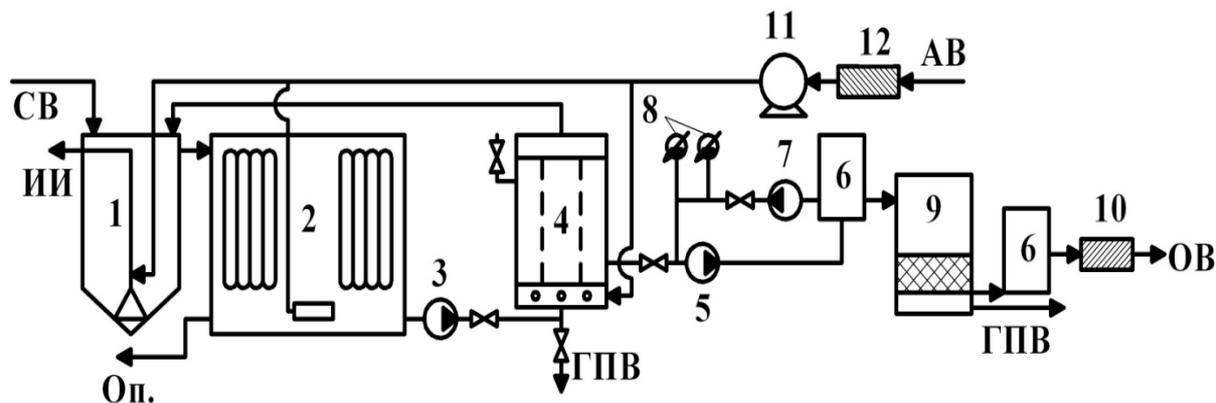
Уровень загрязнения российских водоемов биогенными элементами достаточно высок и не позволяет рассчитывать на процессы самоочищения, поэтому при утверждении проектов вновь строящихся очистных сооружений к

сбрасываемым сточным водам предъявляются требования, как правило, на уровне ПДК водоемов питьевого и хозяйственно-бытового назначения.

Метод биологической очистки сточных вод считается самым универсальным из существующих методов. Глубокую очистку от азота и фосфора дает биотехнология, основанная на процессах нитриденитрификации и биологической дефосфотации, благодаря которым соединения азота превращаются в молекулярный азот, выделяющийся в атмосферу, а фосфаты потребляются бактериями активного ила (фосфор аккумулирующими бактериями) и удаляются вместе с избыточным илом.

Для очистки сточных вод, поступающих с территории коттеджного поселка, предлагается модульная установка малой производительности. Данная установка представлена на *рис. 1*.

Интенсификация процесса биологической очистки от азота и фосфора достигается путем размещения в аноксидной и анаэробной зонах специального оборудования (плоскостная загрузка, пористые и перфорированные аэраторы) и созданием оптимального гидродинамического режима в аэротенке.



*Рис. 1.* Модульная установка очистки хозяйственно-бытовых сточных вод: 1 – отстойник-уплотнитель; 2 – биотенк (аэротенк с блоками плоскостной загрузки); 3 – насос рециркуляционный; 4 – мембрана ультрафильтрационная; 5 – насос для откачки фильтрата; 6 – бак фильтрата; 7 – насос обратной промывки; 8 – насосы-дозаторы; 9 – напорный фильтр; 10 – УФ-установка; 11 – воздуходувка; 12 – воздушный фильтр; СВ – сточная вода; ОВ – очищенная вода; ИИ – избыточный ил; АВ – атмосферный воздух; Оп. – опорожнение; ГПВ – грязная промывная вода.

В отстойнике-уплотнителе (1 *рис. 1*) обеспечивается предварительная механическая очистка от песка и грубодисперсных взвешенных веществ, уплотнение и стабилизация осадка в анаэробном режиме.

В биотенке (2 *рис. 1*), оборудованном системой мелкопузырчатой аэрации и блоками плоскостной загрузки, протекают процессы аэробно-аноксидного окисления органических веществ, нитрификации, денитрификации и биологической дефосфотации.

Плоскостная загрузка изготавливается в виде плоских и гофрированных листов из стойких полимерных материалов, имеющих сетчатую структуру для эффективного прикрепления микроорганизмов и образования устойчивых биопленок. При размещении загрузки в анаэробной зоне на ней развивается биопленка специфического микробного ценоза, которая содержит

преимущественно анаэробные гетеротрофные бактерии, адаптированные к поступающим в анаэробную зону органическим веществам и обеспечивающие их быстрое сбраживание. При этом, в сравнении с другими технологиями биологической очистки от фосфора доля бактерий в активном иле, способных производить кислотное сбраживание органических веществ, уменьшается. Соответственно, растет доля бактерий, участвующих в очистке от азота. В результате, интенсификация анаэробного сбраживания в анаэробной зоне вызывает увеличение скорости нитрификации в аэробной зоне аэротенка в расчете на 1 г активного ила.

В силу более высокой устойчивости прикрепленных микроорганизмов к неблагоприятным воздействиям увеличивается стабильность процесса кислотного сбраживания и уменьшается риск срыва процесса биологической дефосфотации.

На основе использования пористых и перфорированных аэраторов в технологии очистки сточных вод от азота и фосфора сокращается расход воздуха на аэрацию. Пористые аэраторы выполняются в виде трубы из стеклоткани, пропитанной композицией из термореактивных смол с последующей ее полимеризацией и имеющей упорядоченную микропористую структуру с заданным расстоянием между порами. Они обеспечивают мелкопузырчатую аэрацию с высокой эффективностью массопередачи кислорода из воздуха в воду.

Перфорированные аэраторы используются как перемешивающие устройства для создания в аэротенке аноксидных зон, необходимых для удаления нитратов в процессе денитрификации. Стенки перфорированных аэраторов непроницаемы для воздуха и содержат отверстия. При низкой интенсивности аэрации ( $2-2,5 \text{ м}^3/\text{м}^2 \cdot \text{ч}$ ) это позволяет создавать в аэротенке практически бескислородные условия ( $\text{CO} < 0,05 \text{ мг O}_2/\text{л}$ ), необходимые для реализации современных биотехнологий очистки от азота и фосфора.

Аэрирующие модули (см.: рис. 2) представляют собой трубы, на которые через пластмассовые тройники попарно крепятся аэраторы. Модули могут размещаться в несколько рядов, образуя широкую аэрируемую полосу, отвечающую ширине аэрируемого сооружения, что позволяет поддерживать активный ил во взвешенном состоянии даже при низкой интенсивности аэрации ( $2 \text{ м}^3/\text{ч}$ ). Изменение шага между аэраторами позволяет изменять интенсивность аэрации в широком диапазоне, обеспечивая оптимальный кислородный режим.

В данной установке биологическая очистка стоков с помощью активного ила сочетается с механическим мембранным разделением иловой смеси на ультрафильтрационных аппаратах, представляющих собой физический барьер с размерами пор от 1 мкм до 10 нм (микро- или ультрафильтрация), который позволяет высокоселективно очистить воду от ее загрязнений.

Ультрафильтрационные мембраны (4 рис. 1) используются для разделения иловой смеси в качестве альтернативы вторичному отстойнику, в этом случае делается возможным увеличить концентрацию биомассы, ее возраст, и снизить нагрузку на активный ил. Фильтрат отводится от мембран в накопительные емкости, дополнительно обрабатывается коагулянтom с целью

снижения в ней концентрации фосфора, очищается на напорных фильтрах и обеззараживается УФ-облучением.

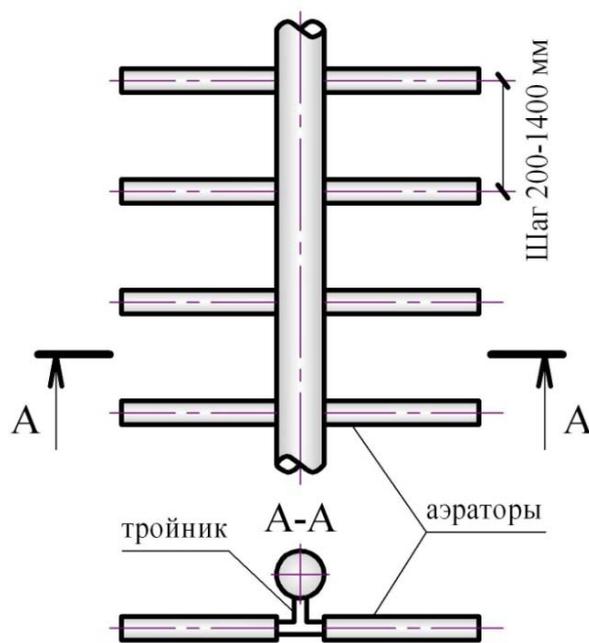


Рис. 2. Аэрирующий модуль.

Мембранные элементы состоят из трубчатых мембран, во внутренний канал которых поступает иловая смесь, а фильтрат выводится через стенки. Верхняя часть мембранного элемента закрыта наконечниками, а нижний наконечник оборудован системой распределения воздуха. Фильтрат откачивается насосом фильтрата (5 рис. 1) в бак фильтрата (6 рис. 1). Часть полученной очищенной воды используется для операций обратной промывки и чистки мембранных модулей системы ультрафильтрации. Для этой цели система оснащена насосом обратной промывки (7 рис. 1) и насосами-дозаторами (8 рис. 1) водных растворов химикатов.

*Вывод:* данная технология, предназначенная для эффективной биологической очистки сточных вод от азота и фосфора, позволяет повысить производительность аэротенка, скорость и стабильность процессов очистки, сократить расход воздуха для аэрации, интенсифицировать процесс очистки за счет увеличения концентрации активного ила. Существенно сокращаются площади, занимаемые очистными сооружениями. Применение плоскостной загрузки, пористых и перфорированных аэраторов и ультрафильтрационных мембран позволяет достичь нормативных показателей по содержанию биогенных элементов в очищенной сточной воде, сбрасываемой в водоем.

#### **Примечание**

1. Водоотведение / Под ред. Воронова Ю. В. – М.: ИНФРА-М, 2007. – 415 с.
2. Жмур, Н. С. Технологические и биохимические процессы очистки сточных вод на сооружениях с аэротенками. – М.: АКВАРОС, 2003. – 512 с.
3. Креал. Очистка сточных вод. – СПб., 1993-2012.: [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://kreal.spb.ru/> (дата обращения: 18.11.2012).

## РЕАЛИЗАЦИЯ БЕСТРАНШЕЙНОГО РЕМОНТА ТРУБОПРОВОДОВ С ПОВОРОТАМИ

*Шайхадинов А. А., к.т.н., доцент; Тугужаков Д. Б., старший преподаватель; Свитнева Л. М., студент, Сибирский федеральный университет, г. Красноярск*

*Аннотация. Предложены способ реализации и конструкция рабочего механизма для бестраншейного ремонта трубопроводов, имеющих изгибы и повороты. Изготовлен и испытан опытный образец рабочего механизма.*

## REALIZING THE CHANNELLESS REPAIR OF PIPELINE WITH BENDS

*Shayhadinov A. A., PhD (Technical Sciences), Associate professor; Tuguzhakov D. B., Senior teacher; Svitneva L. M., undergraduate, Siberian Federal University, Krasnoyarsk*

*Abstract. Given are the realizing method and the construction of operating mechanism for channelless repair of pipeline with bends. The prototype model of operating mechanism is developed and tested.*

В настоящее время за рубежом и в России все более широкое применение находит способ бестраншейного ремонта трубопроводов, заключающийся в безударном разрезании старых трубопроводных коммуникаций с последующим их расширением и одновременном затягивании в образуемую скважину нового пластмассового трубопровода эквивалентного или большего наружного диаметра [1, 2].

Однако, несмотря на перспективность рассматриваемого способа, его использование при ремонте трубопроводов, имеющих повороты и изгибы, приводит к возникновению различных внештатных ситуаций (вырезание участков ремонтируемого трубопровода с поворотами и изгибами с разработкой дополнительных прямков на их месте; стопорение рабочего механизма и нового трубопровода в скважине; разрушение рабочего механизма, его составных частей и соединений; разрыв плети нового пластмассового трубопровода и т. д.) [3, 4]. С целью устранения указанных недостатков были усовершенствованы [5] и запатентованы [6-8] конструкции рабочих механизмов для бестраншейного ремонта трубопроводов, имеющих изгибы и повороты.

Из нескольких разработанных технических решений наибольшей простотой конструкции и высокой надежностью обладает рабочий механизм, состоящий из режущей головки 1, выполненной в виде двух пластин и расширителя 2 для увеличения диаметра скважины [6] (см.: рис. 1).

Между пластинами режущей головки 1 установлен на оси 3 с возможностью поворота в продольном направлении двуплечий рычаг 6, на котором друг против друга на осях 4 расположены два опорных катка 7. За опорными катками 7 в одной с ними плоскости друг против друга на осях 5 расположены два дисковых ножа 8. Режущая головка 1 и расширитель 2 для

увеличения диаметра скважины соединены между собой шарниром 9. На передней части режущей головки 1 выполнено крепление для тягового троса.

Рабочий механизм для бестраншейного ремонта трубопроводов, имеющих изгибы и повороты, работает следующим образом.

Располагая в одном из прямков, рабочий механизм монтируют и заводят в старый трубопровод, предварительно соединив его винтами с новым пластмассовым трубопроводом и пропущенным через старый трубопровод тросом с лебедкой. После включения лебедки, она с помощью троса начинает статически (безударно) затягивать рабочий механизм в старый трубопровод.

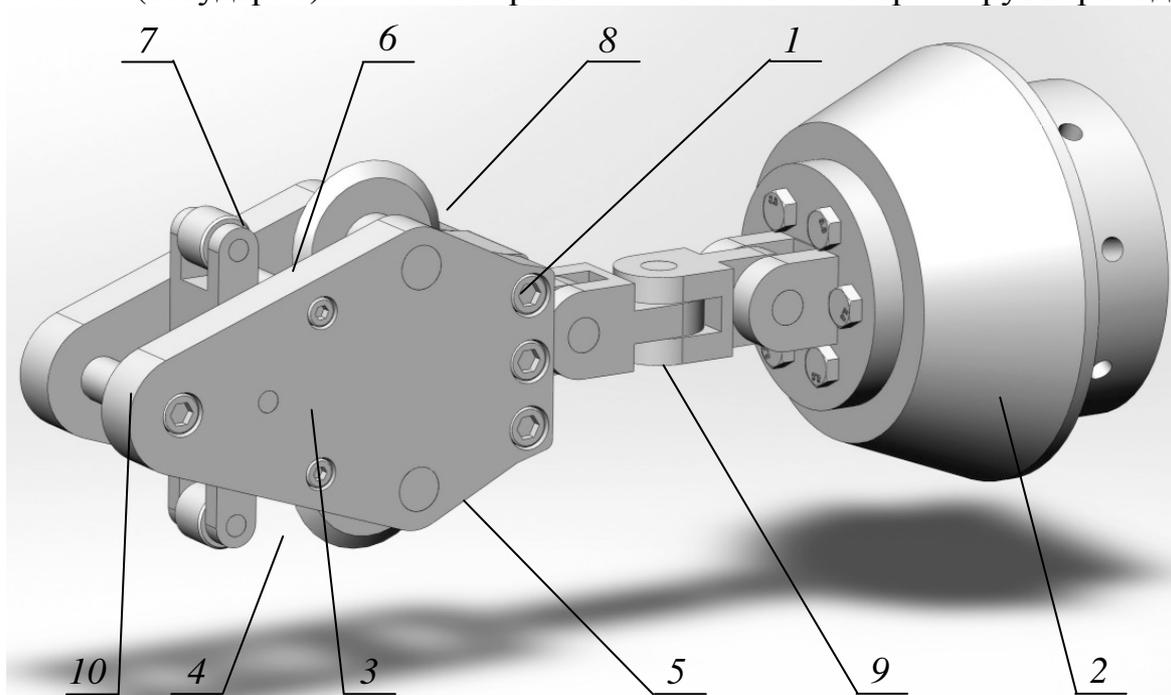


Рис. 1. Модель рабочего механизма для бестраншейного ремонта трубопроводов, имеющих изгибы и повороты: 1 – режущая головка; 2 – расширитель для увеличения диаметра скважины; 3–5 – оси; 6 – двулучный рычаг; 7 – опорный каток; 8 – дисковый нож; 9 – шарнир; 10 – крепление.

Двигаясь вперед, рабочий механизм опирается на внутреннюю поверхность старого трубопровода опорными катками 7, разрезает его дисковыми ножами 8, разделяя на две части, а также деформирует и вдавливают расширителем 2 старый трубопровод в грунт, одновременно затягивая новый пластмассовый трубопровод по формируемой скважине. Катки 7 и дисковые ножи 8 свободно вращаются, обеспечивая качение (а не скольжение) рабочего механизма, что облегчает его движение.

Прохождение криволинейных участков старого трубопровода и улучшение маневренности рабочего механизма обеспечивается соединением режущей головки 1 с расширителем 2 шарнирами 9. Кроме того, при прохождении рабочего механизма через криволинейный участок старого трубопровода рычаг 6 совершает поворот в продольном направлении, упираясь опорным катком 7 в стенку старого трубопровода в сторону направления изгиба, тем самым, позволяя противоположно расположенному дисковому ножу 8 прорезать его.

В результате использования предлагаемого рабочего механизма возможна реализация бестраншейного ремонта трубопроводов, имеющих изгибы и повороты. Для проверки предложенной идеи был изготовлен и успешно испытан опытный образец рабочего механизма для разрушения старых трубопроводов диаметром 150 мм (см.: рис. 2).



Рис. 2. Опытный образец рабочего механизма для бестраншейного ремонта криволинейных трубопроводов диаметром 150 мм.

*Выводы:* Разработаны и запатентованы конструкции рабочего механизма для бестраншейного ремонта трубопроводов, имеющих изгибы и повороты. Изготовлен опытный образец рабочего механизма для реализации предлагаемой технологии. Проведены испытания опытного образца, в результате которых была проверена работоспособность его конструкции и определены рекомендуемые параметры: максимальный угол поворота ремонтируемого трубопровода – 70 градусов; минимальный радиус изгиба ремонтируемого трубопровода – два диаметра нового трубопровода.

#### *Примечание*

1. Шайхадинов, А. А., Тугужаков, Д. Б., Свитнева, Л. М. Рабочие органы для бестраншейного ремонта трубопроводов разного диаметра // РОБТ. – 2012. – № 6. – С. 50–54.
2. Шайхадинов, А. А., Авдеев, Р. М., Кузнецов, А. В. Производительность оборудования для бестраншейного ремонта трубопроводов // Водоснабжение и санитарная техника. – 2012. – № 9. – С. 74–78.
3. Шайхадинов, А. А., Свитнева, Л. М. Рабочие органы для бестраншейного ремонта криволинейных трубопроводов // Проекты развития инфраструктуры города. Вып. 12. Инженерные системы городского хозяйства: новые территории и новые технологии. – М.: Изд-во Экспо-Медиа-Пресс, 2012. – С. 294-303.
4. Шайхадинов, А. А. Особенности бестраншейного ремонта криволинейных трубопроводов // Механизация строительства. – 2012. – № 11. – С. 2-5.
5. Шайхадинов, А. А. Совершенствование конструкции рабочих органов установок для бестраншейного ремонта трубопроводов // Водоснабжение и санитарная техника. – 2012. – № 6. – С. 46-50.
6. Пат. №2349823 РФ на изобретение, кл. F16 L1/00. Устройство для бестраншейной замены трубопроводов / Шайхадинов А. А., Шалаев П. О., Новосельцев Ю. Г., Секерин А. А., Ананьев С. А. Заявка №2007133020/06; Заявлено 03.09.2007; Оpubл. 20.03.2009, Бюл. №8.
7. Пат. №2374546 РФ на изобретение, кл. F16 L1/028. Устройство для бестраншейной замены трубопровода / Шайхадинов А. А., Виникевич Д. А. Заявка №2008133268/06; Заявлено 12.08.2008; Оpubл. 27.11.2009, Бюл. №33.

8. Пат. № 2457386 РФ на изобретение, кл. F16 L1/028, E02 F5/18. Устройство для бестраншейной замены трубопроводов / Шайхадинов А. А., Жиганов М. С., Колпаков П. А. Заявка №2010150122/06; Заявлено 06.12.2010; Опубл. 27.07.2012, Бюл. №21.

## **ПРОБЛЕМЫ ВОДНЫХ РЕСУРСОВ В КОНТЕКСТЕ КЛИМАТИЧЕСКИХ ИЗМЕНЕНИЙ**

*Щербаков Г. А., к.с.н., заведующий кафедрой ГМУиП, ТюмГАСУ, г. Тюмень*

*Аннотация. Исследуются проблемы возрастающей нехватки питьевой воды, сокращения водных ресурсов в мире вследствие загрязнения и деградации пресноводных экосистем, связанных с деятельностью человека, а также климатическими изменениями. Потепление климата ставит Россию перед новыми вызовами.*

## **WATER RESOURCES PROBLEMS WITHIN THE CONTEXT OF CLIMATE CHANGE**

*Shcherbakov G. A., PhD (Sociological Sciences), Head of State and Municipal Management and Law Department, TSUACE, Tyumen*

*Abstract. The paper deals with the problems of potable water increasing shortage, the reduction of water resources in the world owing to freshwater ecosystems pollution and degradation, human activities and climate change. Climate warming issues new challenges to Russia.*

Ежегодно 22 марта в мире отмечается Всемирный день воды, позволяющий напомнить не только о важности проблемы обеспечения пресной питьевой водой всех жителей Земли, но и о необходимости осуществлять комплексное регулирование использования и управления пресными водными ресурсами. Проблема обеспечения питьевой водой, доступ к ее потреблению признается одной из важнейших целей тысячелетия в области развития, сформулированных в Декларации тысячелетия ООН еще в 2000 году.

Понимание того, что при разумном использовании вода обеспечивает урожаи, здоровье, процветание и изобилие народов и наций Земли, а отсутствие воды или нерациональное ее использование ведут к нищете, болезням, почвенной эрозии, заболачиванию, ухудшению окружающей среды и конфликтам между людьми, что явилось основанием для включения вопросов о пользовании и сохранении водных ресурсов в повестку дня большого числа международных организаций и конференций. Обсуждения демонстрируют, что наибольшей остротой обладают ситуации, где переплетаются региональные и национальные аспекты водопользования. К сожалению, международное взаимодействие и право в этой сфере пока развито слабо.

Семнадцатый раз научно-практическая конференция «Вода: проблемы и решения» проходит в Тюмени в стенах архитектурно-строительного

университета и второй год посвящается памяти нашего коллеги, ученого, исследователя и практика А. А. Большакова. Постепенно конференция приобретает статус международной. И это закономерно и объясняет участие в нашей конференции ученых, практиков, инженеров, политиков, экологов, биологов, социологов, управленцев из многих регионов России и других стран.

Эксперты Всемирного водного совета в своем докладе «Новая водная политика: Стратегия 2010-2012» отмечают, что «времена свободного доступа к воде остались позади». По словам Колин Чартрес, генерального директора Международного института менеджмента воды, «вода – это больше не тема инженеров и ученых. Она стала более глубокой социальной и экономической проблемой». Добавлю, что с ростом дефицита решений по распределению и использованию водных ресурсов, эта проблема будет приобретать все более политический и даже военно-силовой характер.

Тревога населения о возрастающей нехватке питьевой воды связана как с результатами изменения климата, так и с деятельностью человека, приводящей к сокращению имеющихся водных ресурсов из-за загрязнения и деградации пресноводных экосистем, а также с последствиями неконтролируемой урбанизации, изменений в пользовании землей, невнимании к объектам гидростроительства и мелиорации. Уже к началу XXI века вода питьевого и технического назначения стала одним из наиболее существенных и дорожающих видов ресурсов, необходимых не только для территориального обустройства и экономического роста, но даже для простого выживания человечества. Некоторые расчеты ученых показывают, что к середине этого века питьевая вода естественного происхождения в большинстве регионов мира превратится в самый дефицитный продукт и снабжение водой будет обеспечиваться за счет ввоза (в т. ч. из арктической и антарктической зон), а также за счет дорогостоящих технологий опреснения и очистки. Еще более сложное положение может сложиться с водой для технических нужд (прежде всего предназначенной для промышленности, ЖКХ и орошения в сельском хозяйстве). Ситуация с водообеспечением уже сейчас является критической для ряда аграрных и некоторых густонаселенных индустриальных зон мира.

На каждого жителя Земли сегодня приходится в среднем 750 кубических метров в год пресной воды, а к 2050 году это количество уменьшится до 450 кубических метров. Почти 80% стран мира окажутся по классификации ООН, в категории стран ниже черты дефицита водных ресурсов. Исключение составят Канада, Бразилия, Россия и некоторые другие страны. С каким же спектром проблем сталкивается человечество, наша страна, регионы и муниципальные образования, используя водные ресурсы?

1. Проблема нехватки пресноводных ресурсов, связанная с доступом к питьевой воде и санитарными условиями воды для хозяйственных нужд. Это прямая угроза национальной и продовольственной безопасности, так как ускоренно порождает безработицу, бедность и деградацию территорий.

2. Взаимозависимость водных и энергетических ресурсов в реализации стратегий и проектов в проблематике «вода – энергия».

3. Прогнозирование конфликтности пограничных государств, регионов и поселений в связи с совместным водопользованием.

4. Перспективы маркетизации (превращении из общедоступного блага в рыночный товар) водных ресурсов.

5. Взаимосвязь проблем водных ресурсов и климатических изменений.

6. Канализация сточных вод.

Подробнее следует остановиться на последствиях климатических изменений, приводящих к увеличению числа и масштабов опасных явлений, связанных с водными объектами, – паводков (половодий), засух и маловодий. Грядущие изменения климата – это проблема выживания для одних государств, угроза подтопления за счет повышения уровня мирового океана – для других; засуха, голод и удар по гидроэнергетике – для третьих. Таяние ледников и как следствие подъем уровня Мирового океана могут поставить под угрозу условия жизни почти трети населения Земли. Одновременно таяние ледников может сделать непригодными для жизни обширные территории, включая крупные города, расположенные в предгорьях или на равнинах, и получающие основную массу потребляемых водных ресурсов, включая питьевую воду, с гор. В связи с этим актуальным для государств является получение надежного долгосрочного (на многие десятилетия и столетия) прогноза климатических изменений. Получение такого прогноза позволило бы своевременно предпринять меры к адаптации в условиях меняющегося климата и смягчить последствия от угроз.

В основании Западно-Сибирской равнины лежит Западносибирская плита. На востоке она граничит с Сибирской платформой, на юге – с палеозойскими сооружениями Центрального Казахстана, Алтая и Салаирско-Саянской области, на западе – со складчатой системой Урала. Северная граница плиты неясна, она покрыта водами Карского моря. Современный рельеф Западной Сибири обусловлен геологическим развитием, достаточно ровной плитой тектонического фундамента и влиянием разнообразных экзогенных рельефообразующих процессов. Эта огромная территория имеет форму ступенчатого амфитеатра, открытого к Северному ледовитому океану, через Карское море. В ее пределах отчетливо прослеживаются три высотных уровня. Первый уровень, занимающий почти половину территории, имеет высоту менее 100 метров. Второй и третий уровень располагаются на высотах 100-150 метров, с небольшими участками до 250-300 метров. Максимальные амплитуды поднятий достигают 100-150 метров в периферических частях равнины, а в центре и на севере они сменяются снижениями до 100-150 метров. Однако в пределах равнины выделяется ряд низменностей и возвышенностей, соизмеримых по площади и схожих по рельефу с территорией Русской равнины.

Географическое положение Западно-Сибирской равнины обуславливает переходный характер ее климата между умеренно континентальным Русской равнины и резко континентальным Средней Сибири. Большие расстояния Западной Сибири с севера на юг отчетливо выявляют зональность климата и значительные различия климатических условий ее северных и южных, западных и восточных частей, связанные с изменением количества солнечной радиации, характером циркуляции воздушных масс и особенно потоков

западного переноса. Поэтому исследование изменений климатических величин на территории Западной Сибири, как региона азиатской территории России (АТР), который оказывает существенное влияние на формирование климата Северного полушария, позволяет более подробно отследить динамику климатических характеристик за последние десятилетия.

Западная Сибирь отличается континентальным климатом, который формируется под воздействием воздушных масс преимущественно арктического происхождения. К примеру, более 90% территории Тюменской области – это Западно-Сибирская равнина и только на северо-западе поднимаются горные хребты восточного склона Северного, Приполярного (с горой Народной, высота которой 1895 м) и Полярного Урала. Именно этими обстоятельствами, после широтного положения, определяются особенности тюменского климата: с севера далеко в глубь области беспрепятственно проникает холодное дыхание Арктики, с юга — горячие, сухие ветры Казахстана. Эти ветры условно местные климатологи называют «Афганец», которые дуют 205-210 дней в году вдоль восточных склонов Урала, способствуя более раннему весеннему таянию снега на них. Еще сорок лет назад эти ветра редко доходили до Ханты-Мансийска, а уже сегодня они устойчиво препятствуют арктическим холодным ветрам в районе Салехарда. В недавние времена «Афганец» охлаждался и ослабевал над полноводным Аралом и пройдя по Тургайской низменности угасал под напором арктических холодных воздушных потоков.

На всей территории Тюменской области и Западной Сибири за последние 35-40 лет отмечается существенное потепление. Приведенные факты и материалы позволяют автору статьи утверждать, что устойчивое потепление климата – это природный процесс. Можно согласиться с интерпретацией климатических изменений многих ученых и исследователей в том, что антропогенный углекислый газ может косвенно влиять на потепление климата, но не является его первопричиной. Повышенный выброс углекислого газа в атмосферу в результате хозяйственной деятельности как одна из важных составляющих загрязнения атмосферы и ледников различными техногенными веществами, несомненно, актуальная международная проблема.

За последние 30 лет толщина морских арктических льдов уменьшилась на 1, 3 метра, то есть почти вдвое. А чем тоньше лед, тем короче ледовый период. Теперь льды начинают таять весной раньше, покрывают поверхность воды осенью позже. Расчеты показывают, что к 2050 году северный морской путь будет открыт 100 дней в году вместо 20, как сегодня, а к 2070 году Земля может полностью лишиться северной ледяной шапки. Это делает актуальным и значимым для нашего государства не только расширение масштабов судоходства в северных широтах и увеличения количества судов российского северного флота, но и крайне важной становится задача обеспечения безопасности на воде в этих районах.

Подводя итог сказанному, следует отметить, что в большинстве случаев на северных территориях России будет наблюдаться нарастание опасностей и угроз природного и природно-техногенного характера. Изменение в сторону

потепления климата ставит Россию перед новыми вызовами: 20 тысяч километров нашей северной границы, долгое время покрытые льдами, могут оказаться открытыми. С другой стороны, оживление Северного морского пути открывает новые возможности. Анализ развития арктической транспортной системы свидетельствует, что морской транспорт в северных широтах арктической и субарктической зон является наиболее эффективным способом завоза техники, оборудования, энергоносителей, промышленных товаров, продуктов. Северный морской путь – национальная стратегическая транспортная магистраль России – приобретает статус евроазиатского транспортного коридора. Это самый короткий путь из Европы в Азию...

Последствия потепления климата, конечно же, не обойдут стороной и Тюменскую область с входящими в ее состав Ханты-Мансийским (Югра) и Ямало-Ненецким автономными округами. Несколько лет назад сотрудники Научно-аналитического Центра рационального недропользования (НАЦРН) им. В. И. Шпильмана опубликовали прогноз возможных изменений на территории Ханты-Мансийского округа. И он тоже неутешительный.

На территории Югры при потеплении климата на 3-4 градуса ожидается повышение уровня рек к 2100 году на 10 метров, а в период половодья – до 20 метров. При прогнозном повышении уровня может произойти затопление 18 населенных пунктов с общей численностью более 50 тыс. человек. На всей территории ХМАО уменьшение зоны многолетнемерзлых пород приведет к увеличению заболоченных площадей до 60% (в настоящее время – 38,5%), что повлечет за собой изменение биологических сообществ, распространение ареалов природно-очаговых заболеваний. По данным Министерства по чрезвычайным ситуациям России, уже в ближайшее время ожидается увеличение техногенных аварий на 50%, учащения экологических катастроф на объектах нефтегазодобывающей отрасли, коммунального хозяйства, вызванных природными и техногенными причинами.

Изменение климата существенно повлияет на социально-экономическую деятельность области и автономных округов, включая водные ресурсы, пользование землей и недрами, рыбоводство, лесное хозяйство, условия проживания и здоровье населения. Вынужденная адаптация к последствиям, прогнозируемым в будущем, потребует колоссальных финансовых затрат для строительства дамб, новых инженерных коммуникаций, расходов на здравоохранение. Наихудший сценарий изменения климата на территории Югры может быть связан с повышением уровня мирового океана до 50 метров. Расчет показывает, что при этом произойдет затопление территории округа более 50%. Под толщей воды окажется большая часть населенных пунктов.

Не утешительные прогнозные сценарии на территории всей планеты.

*Европа:* конфликты из-за воды и миграции. В Европе, например, катаклизмы происходят уже этой зимой. В 2012-2015 гг., как пишут исследователи, страшные холода вынудят многих жителей Скандинавии мигрировать вглубь Европы и в Россию. В 2015 г. в Европе возможен конфликт за распределение воды, продовольствия, энергоресурсов. А к 2020 г. может начаться массовая миграция из Скандинавии, Голландии, Германии в более

южные страны – Италию, Испанию, Грецию. Конфликтов из-за воды и миграционных потоков будет еще больше. В 2022 г. возможно произойдет конфликт Франции и Германии из-за реки Рейн.

*Азия:* борьба за ресурсы Сибири. Как говорится в докладе Питера Шварца и Дугласа Рэндолла «Сводка погоды: 2012-2020», подготовленном по заказу министерства обороны США, в 2012 г. Япония, чтобы выжить, может решиться на агрессию против соседей с целью завоевания территорий на материке. В 2015 г. между Токио и Москвой будет заключено стратегическое соглашение об использовании энергоресурсов Сибири и Сахалина. А в 2018 г. китайцы захотят взять под контроль проходящие через территорию Казахстана газо- и нефтепроводы. К 2030 г. отношения между Японией и КНР обострятся за доступ к природным ресурсам России.

*Арктика:* борьба за природные ресурсы. Причиной большинства перечисленных на континентах бед, по мнению Питера Шварца и Дугласа Рэндолла, станет изменение динамики крупных морских течений. В частности, Гольфстрима. А случится это потому, что все большее количество пресной воды скапливается в Арктике в результате таяния полярных льдов. Северный полюс начнет освобождаться на лето ото льда уже в течение ближайших 30-40 лет: лед будет полностью таять летом и опять замерзать зимой. Возможно, что произойдет это еще раньше. Согласно только что опубликованным прогнозам специалистов из Военно-морской аспирантуры США, Арктика совершенно освободится от ледяного покрова уже к 2019 г. Возможны притязания к российской территории Арктики многих стран.

*Америка:* приют беженцев. В 2012 г., как пишут исследователи, усилился массовый поток беженцев с островов Карибского моря в США, Мексику и другие страны Северной и Южной Америки. В 2015 г. США может захлестнуть волна мигрантов из Европы. В основном – богачей, читаем в докладе. В 2016 г. возможен конфликт между США и ЕС по поводу рыбных промыслов в океане. В 2020 г. резко вырастут цены на нефть, в зоне Персидского залива и Каспия могут возникнуть серьезные вооруженные конфликты».

*Африка:* анархия и война. Из-за дефицита питьевой воды на африканском континенте к 2025 г. обострятся отношения между странами, расположенными по берегам Нила. Борьба за доступ к прибрежным районам и портам приведет страны этого континента в состояние войны. К 2020 г. Африка погрузится в анархию и превратится в зону неразрешимого военного конфликта. Пресная вода является ограниченным и уязвимым ресурсом, чрезвычайно важным для поддержания жизни, развития и окружающей среды. Управление водой должно быть основано на подходе, включающем пользователей, проектировщиков и политиков. Вода имеет экономическую ценность во всех конкурирующих областях ее использования и должна быть признана экономическим товаром.

Развитие этих принципов было одним из основных ориентиров в международном обсуждении по управлению водными ресурсами. Длительное время, оживленные дебаты среди политиков, ученых, практиков, активистов гражданского общества и частного бизнеса сосредоточены на том, как экономическая ценность воды может быть реализована на практике. С другой

стороны, как основное право каждого человека на доступ к чистой воде и санитарии может быть обеспечен по доступной цене. Экономика водной отрасли могла бы стать альтернативой экономике нефтяной и газовой отрасли в стране, регионах и муниципальных образованиях.

В водной отрасли, как и в других базовых отраслях, накопилось масса проблем. Складывается угрожающая ситуация. Властям всех уровней надо заниматься серьезной практической работой, привлекая и обучая в вузах специалистов. Прежде всего, провести анализ и инвентаризацию водного хозяйства, разобраться в каком оно состоянии. Оценка водных ресурсов России и регионов необходима для успешного обеспечения промышленного и коммунального водоснабжения, нужд здравоохранения, гидроэнергетики, ирригации, защиты от наводнений и засухи и сохранения окружающей среды.

Первым этапом в разработке стратегии и управленческих планов по водным ресурсам может стать получение данных о количестве и качестве доступной воды. На основании этих материалов можно приступить к выработке водной государственной политики и водной стратегии. Следующий этап – составление долгосрочной региональной целевой программы с реальным финансированием, сроками и ответственными исполнителями, с системой управления отраслью и разделением полномочий между различными уровнями власти. Формирование этих документов позволит определить пакет нормативных и правовых актов, необходимых для их практической реализации.

В новых условиях, после вступления нашей страны в ВТО большое значение приобретает использование в качестве точек роста сельского хозяйства и пищевой промышленности. Важно помочь отечественному производителю конкурировать с иностранными фирмами на внутреннем рынке. По своему потенциалу Тюменские пахотные земли, пастбища, водные ресурсы могут внести в экспорт не меньший вклад, чем ТЭК, особенно с учетом неизбежного обострения мировой продовольственной проблемы, недостатка пресной воды в ближайшие десятилетия и возможного ухудшения конъюнктуры на рынке нефти и природного газа. В нынешних условиях приобретает важнейшее значение политика импортозамещения, особенно в машиностроении и продукции сельского хозяйства. А это предполагает в первую очередь наличие современного оборудования и, конечно, кадров высокой профессиональной квалификации и культуры.

Очевидно, что в обеспечении на вверенной территории условий для гармоничного развития личности, семьи, общества и бизнеса в согласии с окружающей природой, и есть главная цель всех уровней власти. В способности служения этой цели с пользой для России и процветания своей территории, состоит сущность государственной, муниципальной, гражданской службы, института общественного самоуправления и бизнес-сообщества.

## РЕЗОЛЮЦИЯ

Международной научно-практической конференции  
«Стратегические проекты освоения водных ресурсов в XXI веке: правовые,  
социально-экономические и экологические аспекты»

Участники научно-практической конференции отмечают, что международный день водных ресурсов объявлен Генеральной Ассамблеей ООН в 1992 году (резолюция № A/RES/47/193) по решению Конференции ООН по окружающей среде и развитию, состоявшейся в Рио-де-Жанейро с 3 по 14 июня 1992 года. В резолюции Генеральной Ассамблеи государствам предложено проводить в этот день мероприятия, посвящённые сохранению и освоению водных ресурсов. Генеральная Ассамблея попросила Генерального секретаря ООН сосредоточивать ежегодные соответствующие мероприятия ООН на одной конкретной теме.

В 2003 году Генеральная Ассамблея в своей резолюции № A/RES/58/217 объявила период 2005-2015 гг., начиная с Международного дня воды 22 марта 2005г., Международным десятилетием действий «Вода для жизни». Цель Десятилетия – развитие международного сотрудничества для решения актуальных проблем, связанных с водой.

Экологи всех стран, отмечая День водных ресурсов, привлекают внимание общественности к состоянию водных объектов, проблемам безопасного для здоровья людей водоснабжения и рационального водопотребления. В этот день проводятся массовые акции, кампании по защите водных объектов, экскурсии, конференции, семинары, форумы и выставки.

В России этот день впервые отмечался в 1995 году под девизом «Вода – это жизнь». Великий русский учёный М. В. Ломоносов (1711-1765 гг.) очень много сделал для изучения вод в природных условиях: движение воды и гидравлический удар, водная эрозия и русловые процессы, круговорот воды в природе и океанские течения, перемещение льдов и атмосферные потоки. По его инициативе было проведено анкетное обследование весенних наводнений, вскрытия и замерзания рек. В своём труде «О слоях земных» он впервые обратил внимание на взаимосвязь подземных и поверхностных вод. Его высказывания о режиме природных вод и факторов, его обуславливающих, оказали существенное влияние на направление планомерного изучения водных объектов территории нашей страны. Уже тогда управлению водным хозяйством страны уделялось большое внимание, и был создан специальный департамент, который занимался дорогами, реками и каналами.

Развитие водного хозяйства в целях обеспечения отраслей экономики водными ресурсами в России осуществлялось, главным образом, по трём направлениям: регулирование стока (строительство водохранилищ), межбассейновое перераспределение водных ресурсов (переброска стока из многоводных бассейнов в маловодные) и применение внутри каждого бассейна комплекса водохозяйственных мероприятий, направленных на экономное расходование воды (реконструкция водоснабжающих систем, повторное

использование сбросных вод, внедрение новой техники, улучшение качества эксплуатационных мероприятий и др.).

Уже к 1985 году в системе Министерстве мелиорации и водного хозяйства СССР насчитывалось 26 научно-исследовательских и 68 проектно-изыскательских институтов, 3660 строительных организаций, около 400 строительно-монтажных трестов и объединений. Строительные организации имели в своём распоряжении около 90 тыс. экскаваторов, бульдозеров и скреперов. В системе Минводхоза СССР трудилось более 1,7 млн. рабочих, инженерно технических работников и учёных. 25-летний период после Майского пленума 1966 года до 1990 года характеризовался в стране невиданными ранее темпами строительства. Специалисты водного хозяйства работали во многих странах мира. Именно с их помощью построен мощный водохозяйственный комплекс, который отодвинул водный голод, остановил наступления пустынь, дал толчок для социально-экономического развития во многих регионах планеты. В Алжире, Египте, Сирии, Ираке, Иране, Афганистане, Тунисе, Монголии, Чили, Кампучии, Анголе, Нигерии, Никарагуа, Чаде, Китае, Чехии, Польше, Болгарии, Вьетнаме, на Кубе, Мадагаскаре, Мозамбике и других странах функционируют оросительные системы, стоят плотины, работают каналы и дамбы, которые построили наши специалисты.

К проблемам, от которых зависит бесперебойное водообеспечение населения, промышленности и сельского хозяйства нашей страны, можно отнести следующие:

1. углубление тенденций расточительного водопользования;
2. ухудшение качества вод;
3. обострение вопросов хозяйственно-питьевого водоснабжения;
4. возрастание материального ущерба от вредного воздействия вод, включая наводнения, разрушение берегов, оползни, подтопления и др.;
5. значительное ухудшение состояния водных объектов и гидротехнических сооружений.

Улучшение состояния отечественного водного фонда возможно прежде всего через:

- разработку и принятие Концепции государственной политики в сфере использования и охраны водных объектов;
- развитие экономических и правовых рычагов устойчивого водопользования и перевод всей системы водного хозяйства под полный государственный контроль и финансирование;
- совершенствование структуры водного фонда путем передачи водных объектов, действующих и строящихся водохозяйственных сооружений территориального значения в собственность и ведение субъектов РФ.

России необходима долгосрочная Программа развития водных ресурсов страны, предусматривающая перспективы их использования до 2030 года. Представляется насущным вновь и всесторонне рассмотреть ранее незаслуженно отверженные проекты: по нефтехимии, энергетике, мелиорации и комплексному сельскохозяйственному производству и прежде всего в Сибири.

Возникает настоятельная потребность вернуться к отложенному в 1986 году геополитическому проекту – каналу Ханты–Мансийск – Аральское море, с научно-обоснованным отбором части стока талых вод рек Иртыш и Обь с учетом новых условий рыночной экономики, опираясь на экологические, научно-практические исследования и изыскания, проработанные в прежних вариантах проекта. Один такой стратегический инфраструктурный проект может дать более 200 тыс. новых рабочих мест, придать новый импульс социально-экономическому развитию УрФО, соседним среднеазиатским странам, улучшить условия и качество жизни всего населения региона.

Заслушав и обсудив доклады, выступления по теоретическим и практическим вопросам, связанным со стратегическими проектами освоения водных ресурсов в XXI веке, участники конференции считают целесообразным:

1. Рекомендовать Правительству РФ разработать Государственную долгосрочную Программу развития водных ресурсов России (до 2030 года), предусматривающую перспективы их использования.

2. Для координации всех вопросов водохозяйственной проблематики создать при Правительстве Тюменской области Межведомственную комиссию по водным ресурсам и водному хозяйству. В субъектах РФ и муниципальных образованиях сформировать по вертикали региональные и местные советы по рациональному использованию водных ресурсов под председательством глав администраций соответствующих территорий. Наделить данные органы необходимыми правами, полномочиями и ответственностью за эффективное управление, обеспечение, использование, сохранность и возобновление водных ресурсов, и охрану их от загрязнения.

3. Во всех регионах и муниципальных образованиях в 2013-2014 годы разработать и реализовать конкретные по времени и показателям программы и мероприятия по обеспечению населения качественной питьевой водой и водой пригодной для хозяйственных нужд.

4. Составить экологические паспорта муниципальных территорий, предприятий, деятельность которых потенциально опасна для окружающей среды. Для проведения постоянного экологического мониторинга создать и обеспечить современным оборудованием лабораторию качества природных и сточных вод кафедры водоснабжения и водоотведения ТюмГАСУ в 2013-2014 годы. Выяснить практическую потребность в кадрах отрасли и организовать их подготовку в ТюмГАСУ и других учебных заведениях г. Тюмени.

5. Рекомендовать Тюменской областной Думе образовать в своем составе комиссию по водообеспечению и водуправлению с привлечением в её состав ученых и специалистов соответствующих отраслей.

6. Поручить оргкомитету конференции сформировать постоянно действующую рабочую группу для освещения итогов работы конференции в средствах массовой информации; довести ее решения до общественности и руководителей органов государственной власти и местного самоуправления, ответственных за развитие регионов и городов России; организовать работу по подготовке очередной конференции в 2014 году.

Стратегические проекты освоения водных ресурсов в XXI веке: правовые,  
социально-экономические и экологические аспекты

Сборник докладов  
Международной научно-практической конференции

Подписано в печать \_\_\_\_\_ г. Тираж 150 экз.  
Объем \_\_\_\_\_ п.л. Формат 60x84/16. Заказ № \_\_\_\_\_.

Изд. лицензия № 02884 от 26.09.2000.  
РИО ТюмГАСУ, 625001, г. Тюмень, ул. Луначарского, 2