

# Проблемы организации водооборота на оросительных системах

**Н.Н. Мирзаев**

Научно-информационный центр МКВК, Узбекистан

Водооборот широко используется в практике водodelения как за рубежом, так и в ЦАР. В Кыргызстане (Ошская, Джалалабадская области) водооборот называют «авраном», в Узбекистане (Кашкадарьинская область) – «авандозом», в Таджикистане (Согдийская область) - «об гардоном» (врезка 1).

## **Врезка 1 [1].**

### **Узбекистан**

Шахрисабзский район. Здесь водооборот называют «авандозом». В 2000 г. имели место и межрайонный и межхозяйственный водообороты. Когда наступает очередь, хозяйство выделяет свыше полусотни человек, которые днем и ночью дежурят на всем протяжении прогона воды от водозабора до хозяйства.

### **Таджикистан**

Канибадамский район. Межхозяйственный водооборот «(об гардон)» используется, в основном, в начале вегетации (март–III декада мая), когда, как правило, воды в БФК мало (30 % водообеспеченности), а в Исфара-сае она отсутствует. Расход в 0,5 м<sup>3</sup>/с из БФК делится поочередно между тремя хозяйствами.

Д. Расуловский район. Для экономии воды в последние два года по р.Ходжабакиргансай введен межрайонный, а по Дигмайскому машинному каналу (ДМК) - межхозяйственный водообороты. Крупные хозяйства района поделены на две группы, к каждой из которых вода подается по трое суток.

АО «Рахимбоев». АО расположено в концевой части межхозяйственных каналов Р-1 и Р-2. Из Р-2 питается три хозяйства. Между АО «Рахимбоев» и КХ «Б. Гафуров» вводится двухтактный водооборот на протяжении всей вегетации: 3,5 суток вода поступает в первое хозяйство, затем 3,0 суток – во второе. Инициатива введения водооборота исходила от АО «Рахимбоев», расположенного по каналу ниже, чем КХ «Б. Гафуров», и поэтому не была поддержана колхозом.

Вмешательство райводхоза было безуспешным, и только с помощью председателя района водооборот был введен. График межхозяйственного водооборота утверждается руководством района и райводхозом. Каменистые почвы АО, дефицит воды и платность водопользования вынуждают АО ввести межбригадный водооборот, при этом, к примеру, одна бригада получает воду в течение 92 часа, а соседняя – 86 часов.

### **Кыргызстан**

Аксуйский район. В районе функционирует 12 сельских управ. По территории четырех из них проходит межхозяйственная сеть, между этими сельскими управлениями РУВХ ввело водооборот.

Араванский район. Между пятью АВП района РУВХ ввело водооборот: четверо суток воду получают АВП «Сахий Дарье» (67 %) и «Оби Хаг» (33%), следующие четверо суток - другие три АВП.

При нормальной водообеспеченности (нет дефицита воды) водооборот используется лишь на самых низких уровнях вододеления: между поливными контурами, временными оросителями и участковыми распределителями. Вызвано это тем, что в противном случае надо было бы существенно увеличить размеры участковых распределителей и временных оросителей, а это экономически невыгодно (врезка 2).

### **Врезка 2.**

«Теоретически можно ставить вопрос о поливном режиме, вполне соответствующем водопотребности растений с физиологической точки зрения, не обращая внимания на требования экономического и хозяйственного характера. Но практически невозможно будет сразу обеспечить одновременный и короткий полив всей площади, занятой одной и той же культурой; агрикультурные и организационно-хозяйственные требования не всегда можно согласовать с требованиями оптимального поливного режима. Те или иные ограничения могут быть обусловлены также и режимом реки, пропускной способностью сооружений, бытовыми навыками водопользователей и рядом других условий» [2].

«При плановом водопользовании воду нельзя перебрасывать с одного поля на другое, придерживаясь какого-то признака установления оптимального срока полива для той или иной сельскохозяйственной культуры.

В таком случае водопользование станет уподобляться пожарной команде: где «горит», там и поливай. Много воды израсходуется на холостые прогоны ее, мертвый запас в каналах и пр. Так же бессистемно будут производиться и послеполивные обработки с затратой большого количества времени и горючего на переезды с одного поля на другое.

При плановом водопользовании по заранее установленным схемам должны поливаться смежные поля. Некоторые из них, возможно, будут поливаться несколько раньше оптимального срока, другие - позже, а третьи - в оптимальные сроки» [3].

«Только в очень далекой перспективе возможно ждать решения пропагандируемой сейчас задачи – осуществление водораспределения и полива на основе точного и непрерывного учета объективных физиологических показателей растений.

Трудности решения этой задачи не только в ее кибернетической сложности, в несовершенстве датчиков или электроники, но и в непригодности современных оросительных систем поверхностного орошения. Конечно, на площади 100 га можно построить экспериментальную систему с увеличенными форсированными расходами, с непродолжительным использованием водоводов во времени...

Но на миллионах гектарах пока трудно даже вообразить такую систему, напоминающую городской водопровод. Если такие системы теоретически возможны, то только на базе подпочвенного орошения, закрытых водоводов...» [4].

При увеличении дефицита воды, водооборот используется и на каналах более высокого порядка<sup>1</sup>, включая водооборот между гидроучастками магистрального канала<sup>2</sup>.

Вместе с тем, следует отметить, что качество планирования и реализации водооборота в последние годы ухудшается. Связано это с институциональными изменениями на нижнем уровне вододеления. Если раньше в рамках колхоза (совхоза) не представляло больших трудностей организовать водооборот между бригадами (звеньями), так как их интересы не конфликтовали, то в настоящее время, когда у каждого фермерского хозяйства свой экономический интерес, сделать это очень непросто, тем более, что размер фермерских хозяйств небольшой (особенно в Кыргызстане) и, соответственно, состав участников водооборота очень велик. В принципе, так как проблема организации водооборота возникла из-за институциональных изменений, то и решить ее в корне можно только через институциональные меры: через стимулирование процесса укрупнения и /или кооперации фермерских хозяйств.

Другая причина - дефицит знаний и кадров-водников (мирабов), умеющих планировать и организовать водооборот. Настоящая статья предназначена для того, чтобы привлечь внимание к проблемам водооборота и, учитывая дефицит доступной информации по вопросам водооборота, дать основы расчета и организации водооборота на оросительных системах.

### **Схемы водооборота**

Существует много теоретических схем очередного водораспределения - водооборота. Наиболее простой и практической схемой очередного водораспределения следует считать водооборот двух- или трехтактный, основанный на очередной подаче воды на распределительные узлы. При этой схеме магистральные каналы работают непрерывно, воду же на распределительные узлы подают по очереди.

Для установления очередности подачи воды распределительные узлы системы объединяют в две или три группы (очереди) и продолжительность подачи воды каждой очереди назначают пропорционально плановой подаче воды в АВП. В это время на все выключенные узлы воду не подают совсем, на узлах усиливают охрану и контроль за их работой. Водопользователей, включенных в очередь, своевременно предупреждают о сроке закрытия и открытия каналов.

При больших недостатках воды (при остро выраженном маловодье) на узлах командования устанавливают специальную охрану.

---

<sup>1</sup> Несмотря на то, что при этом неизбежно могут ухудшаться условия водообеспечения орошаемых культур и техническое состояние оросительных каналов, введение водооборота выгодно с точки зрения снижения технических и организационных потерь воды.

<sup>2</sup> Этот вид водооборота используется на ЮФМК (между концевыми гидроучастками), ХБК (межрайонный водооборот), ААК (водооборот между 1 и 3 участками ААК).

## **Виды водооборота**

Виды водооборота проиллюстрированы с помощью схемы условной магистральной системы (рис.1).

В практике водораспределения водооборот вводится между

- Поливными контурами (например, между поливными контурами Ф1).
- Фермерскими каналами (например, между каналами 1111 и 1112).
- Фермерскими хозяйствами (ФХ) (например, между Ф2, Ф3 и Ф4. В этом случае водоподача в каналы 1127 (водоподача на приусадебные участки) и 1128 (водоподача на промтехнужды) осуществляется постоянным током, а в каналы Ф2 (1121, 1123), Ф3 (1122, 1124) и Ф4 (1125, 1126) – подается поочередно).
- Ассоциациями водопользователей (АВП) (например, между А1, А2 и А3). В этом случае водоподача в каналы 114 (водоподача на приусадебные участки и промтехнужды) осуществляется постоянным током, а в каналы 111, 112, 113, 115, 116 подается поочередно, причем при этом эти каналы могут группироваться.
- Районами. Предположим, что каналы 11, 12, и 13 и 1N находятся в разных районах. Тогда водоподача в канал 12 (водоподача на промышленный объект) осуществляется постоянным током, а в каналы 11, 13 и 1N – поочередно. Если из магистрального канала вода транзитом подается в другую систему, то она (транзитная водоподача) так же, как водоподача на промышленный объект, в водообороте не участвует.
- Магистральными каналами.



Наряду с этим существенно снижаются эксплуатационные (организационные) потери. Происходит это потому, что при водообороте легче мобилизовать водников и водопользователей для осуществления контроля за водораспределением.

Благодаря вышеназванным достоинствам водооборота в известной степени удается решить проблему «голова-конец», которая заключается в том, что водопользователи, находящиеся в концевой части канала, как правило, ущемлены в воде по сравнению с хозяйствами, расположенными в голове канала.

### **Элементы водооборота**

Коэффициент водообеспеченности системы – лимит-квота (при жестком дефиците воды - она же лимит-уставка), равная отношению установленной расчетной декадной водоподдачи в систему к плановой декадной водоподдаче.

Чередующиеся единицы – участники водооборота, которым поочередно подается вода (поливной контур, канал, совокупность каналов АВП, района и т.д.).

Число тактов водооборота – число, равное количеству чередующихся единиц (наиболее простым и распространенным является двухтактный и трехтактный водообороты).

Период водооборота – продолжительность цикла, в течение которого вода делает полный оборот между чередующимися единицами (как правило, период водооборота принимается не более декады).

Продолжительность такта водооборота для чередующейся единицы – часть цикла (периода) водооборота, в течение которого вода поступает в зону чередующейся единицы.

Расчетный расход водооборота – расход воды (брутто), поочередно поступающий чередующимся единицам (в голову системы (участка системы)), на котором вводится водооборот.

### **Схема организации водооборота**

Независимо от уровня вододеления схема водооборота выглядит следующим образом:

1. Водоподводящий канал старшего порядка работает непрерывно.
2. Вода водоподводящего канала старшего порядка в каналы младшего порядка подается по очереди.
3. Каналы младшего порядка для установления очередности подачи воды объединяют в чередующиеся единицы по следующим признакам:
  - Максимальная пропускная способность одновременно работающих каналов позволяет принять форсированный (при поочередной подаче) расход;

- Действующая длина каналов в установленной группе должна быть наименьшей;
  - Расходы воды (нетто) отдельных групп распределителей должны быть примерно одинаковыми.
4. Из водооборота исключается транзитный расход воды и водоподача на промтехнужды и приусадебные участки.
  5. Расчетный расход водооборота устанавливается с учетом бокового притока в магистральный канал.
  6. Расчетные расходы в каналы, работающие в одной очереди, устанавливаются пропорционально декадным лимитам-уставкам, установленным в результате оперативной корректировки.
  7. Продолжительность подачи воды каждой очереди назначают пропорционально лимитам-уставкам.

### **Расчет водооборота**

#### ***Исходная информация:***

1. Схема (или фрагмент схемы) оросительной системы, где вводится водооборот, с разбивкой на участки водооборота.
2. Данные о декадных лимитах на орошение (далее – лимиты) по каналам младшего порядка ( $\text{м}^3/\text{с}$ ).
3. Данные о декадных лимитах на промтехнужды по каналам младшего порядка. Здесь рассматривается случай, когда «промтехнужь» являются приоритетными водопользователями и в водообороте не участвуют.
4. Данные о КПД участков канала старшего порядка, «работающих» при разных тактах водооборота.
5. Данные о пропускной способности каналов младшего порядка.

#### ***Алгоритм расчета***

Каналы младшего порядка, участвующие в водообороте, объединяются в группы каналов, расположенные на участке водооборота и вода в которые будет подаваться одновременно в течение такта водооборота.

1. Определяются суммарные декадные лимиты (нетто) на орошение в каналы младшего порядка, получающие воду при  $n$ -ом такте водооборота.

$$Q_n = \sum_{j \in J_n} Q_j, \quad (1)$$

где:

$Q_n$  - суммарные декадные лимиты (нетто) на орошение в каналы младшего порядка при  $n$ -ом такте водооборота.

$Q_j$  - декадные лимиты на орошение в каналы младшего порядка.

$J$  - номер канала младшего порядка).

$J_n$  – множество, элементы которого номера каналов младшего порядка, в которые вода подается при  $n$ -ом такте водооборота.

$n$  - номер такта водооборота.

2. Определяется коэффициент полезного действия (КПД) канала старшего порядка при  $n$ -ом такте водооборота.

$$\eta_n = \prod_{i \in I_n} \eta_i, \quad (2)$$

где:

$\eta_n$  – КПД канала старшего порядка при  $n$ -ом такте водооборота.

$\eta_i$  – КПД  $i$ -ого участка канала старшего порядка.

$i$  – номер участка канала старшего порядка.

$I_n$  – множество, элементы которого номера участков канала старшего порядка, «работающих» при  $n$ -ом такте водооборота.

3. Определяется расчетный расход водооборота в голове канала старшего порядка.

$$Q = \sum_{n \in N} Q / \eta_n, \quad (3)$$

где

$Q$  - расчетный расход водооборота в голове канала старшего порядка.

$N$  - множество, элементы которого номера тактов водооборота.

4. Проводится расчет продолжительности  $n$ -ого такта водооборота.

$$T_n = Q_n * T / Q * \eta_n. \quad (4)$$

где

$T_n$  – продолжительность  $n$ -ого такта водооборота.

$T$  – период водооборота. Обычно период водооборота равен расчетной декаде (в сутках) за вычетом времени, необходимого для регулирования расхода и добегания воды.

5. Проводится расчет водоподачи в течении  $n$ -ого такта водооборота в канал младшего порядка.

$$Q_{oj} = Q * Q_j * \eta_n / Q_n \quad (5)$$

где

$o$  – признак водоподачи при водообороте.

6. Проводится расчет суммарной водоподачи при водообороте (орошение + протехнужды) в каждый канал младшего порядка.

$$Q_{\Sigma^{\circ j}} = Q_{\circ j} + Q_{\wedge j} \quad (6)$$

где

$\Sigma$  – признак суммарной водоподачи (орошение + протехнужды).

$\wedge$  – признак водоподачи на протехнужды.

7. Проводится сопоставление суммарной водоподачи при водообороте (орошение + протехнужды) в каждый канал младшего порядка с пропускной способностью канала. Суммарная водоподача в каждый канал младшего порядка при водообороте должна удовлетворять условию

$$Q_{\Sigma^{\circ j}} < \text{или} = \tilde{Q}_j \quad (7)$$

где:

$\tilde{Q}_j$  – пропускная способность j-ого канала младшего порядка.

$\sim$  – признак пропускной способности.

В противном случае необходимо пересмотреть схему организации водооборота.

8. Расчет технической эффективности водооборота.

$$\Delta W = 0,0864 Q * \left( \sum_{n \in N} T_n * \eta_n - T * \eta \right), \quad (8)$$

где

$\Delta W$  – сток воды, сэкономленный в результате введения водооборота в расчетной декаде.

$\eta$  – КПД канала старшего порядка без введения водооборота.

### Литература

1. Отчет по проекту «Управление водой и окружающей средой в бассейне Аральского моря». Подкомпонет А2 – «Участие в водосбережении» (2000 г.).
2. Ризенкамф Г.К. К новому проекту орошения Голодной Степи. Часть 1. - Л., 1930.
3. Легостаев В.М. К вопросу изучения и использования оросительной воды в республиках Средней Азии // Труды САНИИРИ. – Ташкент, 1974. – Вып. 143. – С. 135-148.
4. Лактаев Н.Т. Полив хлопчатника. М.: Колос, 1978.