



## ПРОБЛЕМЫ И РЕШЕНИЯ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ КОЛЛЕКТОРНО-ДРЕНАЖНЫХ ВОД В АРИДНЫХ ЗОНАХ

Холбаев Б.М.<sup>1</sup>

Кандидат технических наук, профессор

<sup>1</sup>Каршинский инженерно-экономический институт

E-mail: [xolbayev\\_b@mail.ru](mailto:xolbayev_b@mail.ru)

Шомуродов Б.Х.<sup>2</sup>

старший преподаватель

<sup>2</sup>Каршинский инженерно-экономический институт

Узбекистан, г.Карши

<https://doi.org/10.5281/zenodo.7239108>

### ARTICLE INFO

Received: 27<sup>th</sup> September 2022

Accepted: 10<sup>th</sup> October 2022

Online: 22<sup>nd</sup> October 2022

### KEY WORDS

*В настоящее время в отдельных регионах СНГ все сильнее ощущается дефицит водных ресурсов*

### ABSTRACT

*В настоящее время в отдельных регионах СНГ все сильнее ощущается дефицит водных ресурсов. В этой связи основной проблемой, стоящей перед водохозяйственными организациями в ближайшей перспективе, является экономия оросительной воды путем перехода на водосберегающие технологии. Внедрение водосберегающих технологий должно сопровождаться разработкой новых совершенных технических решений по экономии водных ресурсов и рациональному их использованию. Одним из источников экономии водных ресурсов является использование при соответствующих технико-экономических обоснованиях дренажного стока. Особенно эффективно использовать для нужд народного хозяйства слабоминерализованный дренажных сток.*

В настоящее время в отдельных регионах СНГ все сильнее ощущается дефицит водных ресурсов. В этой связи основной проблемой, стоящей перед водохозяйственными организациями в ближайшей перспективе, является экономия оросительной воды путем перехода на водосберегающие технологии. Внедрение водосберегающих технологий должно сопровождаться разработкой новых совершенных технических решений по экономии водных ресурсов и рациональному их использованию.

Одним из источников экономии водных ресурсов является использование при соответствующих технико-экономических обоснованиях дренажного стока. Особенно эффективно использовать для нужд народного хозяйства слабоминерализованный дренажных сток. Однако эффективное его применение сдерживается отсутствием технических решений по регулированию дренажного стока из закрытой коллекторно-дренажной сети. В аридной зоне СНГ это проблема до сих



пор практически не нашла своего применения. В основном эти проблемы рассматривались при использовании дренажного стока при осушении переувлажненных незасоленных земель в гумидной зоне СНГ. Так, в гумидной зоне все большее применение находят осушительно-увлажнительные системы с использованием, когда это необходимо, дренажного стока на орошение.

Отдельные технические решения, прошедшие производственную проверку, могут найти применение и по регулированию дренажного стока из закрытой и открытой коллекторно-дренажной сети.

В условиях Центральной Азии, где дефицит оросительных вод значителен (особенно в маловодье), ирригаторы все в большей степени используют коллекторные воды для орошения без учета влияющих на данный процесс факторов.

Используя результаты исследований по поливам минерализованными водами, а также существующие классификации, формулы и критерии ирригационного качества воды (Можейко, Воротник, 1958; Костяков, 1951; Израэльсон, 1956; Антипов-Каратаев, Кадер, 1961; Алекин, 1970; Минашина, 1973; Рабочев, 1973; 1982; Угланов, 1976; Болдырев, 1976; Глухова, 1974; Ковда, 1977, 1984; Усманов, 1978; и другие), рассмотрим требования, которые необходимо предъявлять к качеству воды для орошения.

Данная проблема серьезно интересует ирригаторов. Несмотря на то, что для ее решения многое сделано и делается специалистами многих стран (СНГ, США, Алжир, Тунис, Израиль и других),

до сих пор не разработан единый критерий пригодности природных вод для орошения. Это осложнено тем, как отмечают многие специалисты, что классификация пригодности оросительной воды должна учитывать не только минерализацию и химический состав, но и климатические условия орошаемой территории, засоленность почв, их дренированность, глубину залегания грунтовых вод, солеустойчивость сельскохозяйственных культур и другие факторы (Ковда, 1977, 1984; Рабочев, 1982; Глухова, Стрельникова, 1983; и другие).

В пределах СНГ для поливов сельскохозяйственных культур всегда использовалась вода, минерализация которой обычно не превышала 1,0 г/л, так как почти все речные воды СНГ имели меньшую минерализацию и благоприятный кальциевый состав.

По мере повышения минерализации речных вод в некоторых регионах СНГ (Центральная Азия, Украина, Северный Кавказ и других) под влиянием орошения, а также в связи со стихийным (хотя и незначительным) коллекторных или грунтовых вод (3-5 г/л и более) появились работы, в которых делается попытка нормирования требований к качеству воды, используемой для орошения. Появились также труды, в которых обосновывается возможность орошения минерализованными водами не только солеустойчивых культур, но и технических, и кормовых (хлопчатник, рис, сорго, кукуруза и другие), как в пределах современной орошаемой зоны, так и по периферии оазисов в пустынной зоне. Имеются работы, в



которых ставится вопрос о целесообразности орошения отдельных площадей на пастбищах (Ибрагимов, 1975). В настоящее время во ВНИИГиМе разработаны «Требования к качеству воды для орошения», в которых отражено современное состояние вопроса (Безднина, 1990).

Основываясь на результатах рассмотренных выше работ, можно отметить следующее:

1. Минерализованные воды, стекающие с орошаемых территорий при дефиците пресной оросительной воды можно использовать для орошения как технических (хлопчатник, рис), так и кормовых (сорго, кукуруза, люцерна, суданская трава) сельскохозяйственных культур в пределах поливной зоны;

2. Максимальная величина минерализации воды при этом не должна превышать 3,0 г/л при поливах хлопчатника, 3,0 г/л-при поливах кормовых культур (сорго, суданская трава, кукуруза, люцерна и другие) и 2,0 г/л – при поливах риса;

3. Не следует использовать для орошения минерализованные воды в широком масштабе и ежегодно, так как при этом нужно соблюдать многочисленные требования (выбор почв, легких по механическому составу, увеличение промывок, строительство дополнительного дренажа и другое), а также довольно быстро (в течение 3-4 лет) может произойти засоление орошаемых земель. Кроме того, урожайность сельскохозяйственных культур при поливах минерализованной водой значительно снижается [1,2].

При орошении минерализованными водами все большее внимание будет

уделяться солеустойчивости выращиваемых культур.

Не все растения хорошо произрастают на засоленных почвах. Физиологи делят растения по их отношению к засолению почв на 2 основные группы: галофиты и гликофиты. К галофитам относятся растения, легко приспосабливающиеся к высокому содержанию солей в почве, к гликофитам – растения пресных местообитаний, обладающие сравнительно ограниченной способностью приспосабливаться к засолению.

Существующие исследования по разработке требований к качеству воды, используемой в целях орошения, по методологическому подходу можно разделить на 2 группы:

1. Исследования, в основу которых положено проведение полевых опытов по поливу минерализованными водами и описание полученных результатов;

2. Работы, в которых приведены определенные теоретические разработки по составлению требований к качеству ирригационной воды в виде различных классификаций, формул, критериев и т.д.

Несмотря на научную и практическую ценность многих работ как из первой, так и из второй групп, ни в одной из них не содержится анализа всех факторов (или большинства), участвующих в процессе орошения. Лишь в последние годы появилось несколько работ, в которых учитываются и другие компоненты, участвующие в процессе орошения сельскохозяйственных культур – орошаемые культуры или почвы (Сойфер, 1982; Айдаров, Корольков, 1980; Глухова, Стрельникова, 1983).



По нашему мнению, не следует применять для орошения сельскохозяйственных культур вод с минерализацией выше 3-4 г/л, так как важно не только выявить возможность выращивания той или иной сельскохозяйственной культуры на засоленных почвах, но гораздо важнее сохранить незасоленные почвы орошаемых массивов такими же на неограниченный срок их использования.

Мы считаем, что развивать сельское хозяйство можно только путем рационального использования водных ресурсов. Даже современный уровень развития орошаемого земледелия ставит специалистов перед необходимостью разработки и внедрения в производство совершенных методов и устройств, повышающих эффективность использования имеющихся водных ресурсов. Известно, что рациональное использование водных ресурсов является фактором повышения экономической эффективности орошаемых земель.

В своей работе Г.В.Воропаев, А.А.Бостанджогло (1984) указывают, что дальнейшее развитие водного хозяйства бассейнов рек Амударьи и Сырдарьи на собственном стоке возможно лишь при осуществлении более глубокого регулирования стока, жесткого режима водопользования и полной ликвидации непроизводительных затрат воды.

А.М.Панков (1974) отмечает, что уровень пресных грунтовых вод понижать не следует. Наоборот, при пресных неглубоко залегающих грунтовых водах идет луговой процесс,

сопровождаясь накоплением гумуса и улучшением структуры почв. Потребность в оросительной воде в этих случаях снижается в 1,5-2 раза.

Технико-экономическим анализом установлено, что при гидрокарбонатном типе засоления почв без дополнительных профилактических мероприятий применение субиригации возможно на землях с минерализацией грунтовых вод 1,5 г/л, а при сульфатном засолении – 2 г/л (А.О.Налойченко, Л.Д.Мещерякова, 1982).

По данным наблюдений Кашкадарьинского УКДСа (1985-1991 гг.) минерализация воды в коллекторах Камашинского района (Акрабад, Правда, Джамбассай) изменяется в пределах до 2 г/л (табл. 1.1). В настоящее время (1991) минерализация коллекторно-дренажных вод колеблется в следующих пределах: Акрабад, 0,80-1,5 г/л, Правда 0,80-1,17 г/л, Джамбассай 0,48-1,72 г/л, Белдовтепа 1,50-1,95 г/л, Бадахшан 0,82-1,58 г/л. В таблице 2.9 рекомендуется возможное проектирование устройства для регулирования дренажного стока по Кашкадарьинской области.

Водообеспеченность района соответственно равна: в маловодный год (1986) - 68%, в многоводный год (1987) - 80%.

Анализ мелиоративных мероприятий, повышающих водообеспеченность земель, показал, что ежегодно хозяйствами в этом районе устраивается 5-10 земляных плотин (перемычек) на коллекторно-дренажной сети. Данные плотины перегораживают весь сток, уровень грунтовых вод (УГВ) повышается.



Наряду с положительным эффектом - забором воды из дрены путем выкачивания насосами или самотеком – это ведет к ряду нежелательных негативных явлений и становится экономически невыгодным мероприятием. Во-первых, само устройство перемычек осуществляется путем засыпки 50-80 и более кубометров грунта, после окончания вегетационного периода они требуют еще ручной затраты труда на их снятие, и так почти каждый год. На каждую из них в среднем затрачивается от 120 до 200 рублей в зависимости от категории рельефа и высоты перемычки (2,47 руб м<sup>3</sup>).

Основным недостатком этого мероприятия является то, что УГВ в зоне дрены поднимается в некоторых случаях до поверхности, уменьшая до минимума зону аэрации, при этом активизируются процессы подтопления и засоления земель. Мы придерживаемся того мнения, что в ряде районов снижение уровней грунтовых вод и уменьшение объема испарения может привести к нежелательным изменениям общих ландшафтных условий. Это необходимо принимать во внимание при решении вопроса о рациональном использовании водных ресурсов. По рекогносцировочным обследованиям (1983-1988 гг). верхнего и среднего ВХР установлено резкое высыхание отдельных садов и виноградников, основной причиной которого является уменьшение водообеспеченности и

$$T=f(\beta^*, m), \quad (1.1)$$

где  $\beta^*$  - отношение ширины сечения по дну дрены  $b$  к глубине ее наполнения  $h$ .

нарушение водно-воздушных условий почв.

Имея в виду практику ирригации прошлых лет, учитывая низкую минерализацию (до 2 г/л) грунтовых вод в отдельных районах и привалирование сульфатных солей в ГВ, в целях экономии оросительной воды и регулирования водно-воздушного и водно-солевого режимов орошаемых земель считаем необходимым мероприятием устройство в устье дрены с учетом рельефа регулирующего сооружения в виде порога или водослива.

Первой важнейшей задачей регулирования влажности корнеобитаемого слоя почвы на мелиорируемых землях является выбор рациональных мероприятий по управлению уровнями грунтовых вод в открытых дренах или отметок пьезометрических линий в закрытых.

Важными мероприятиями для открытых дрен могут быть подбор расхода воды при использовании коллекторов, устройство простейших перегораживающих сооружений при впадении дрены в коллектор, изменение формы поперечного сечения дрены.

Можно показать, что при любом конкретном расходе ( $Q$ ), при шероховатости ( $n$ ) и уклоне дна дрены ( $i$ ) относительное ее наполнение ( $T$ ) является функцией только заложения откосов ( $m$ ) и относительной ширины дрены по дну ( $\beta^*$ )

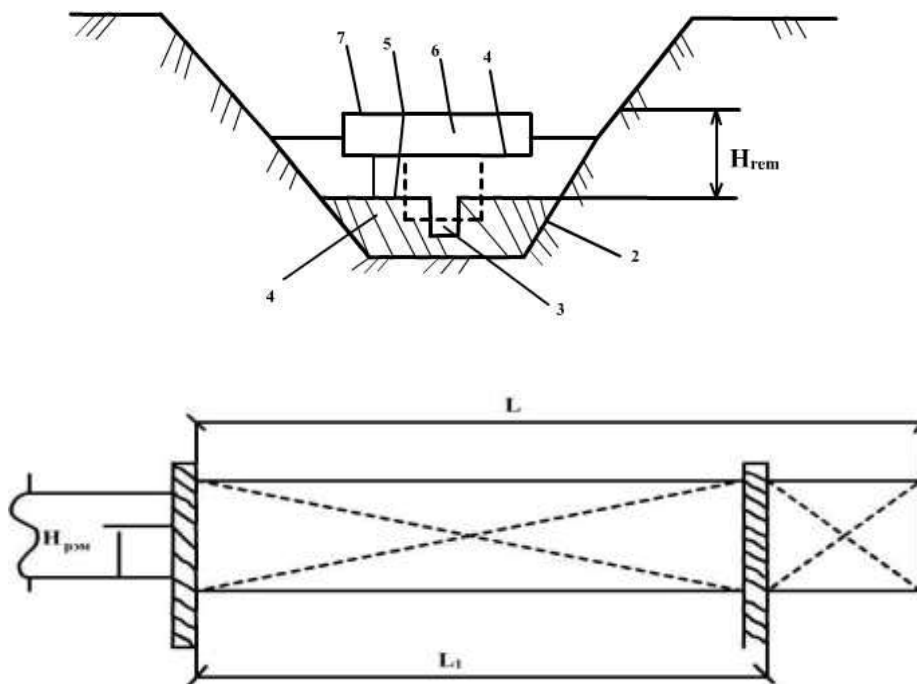
Теоретическими и экспериментальными исследованиями было доказано, что при малых значениях  $\beta^*$  (неширокое русло) даже незначительное изменение формы сечения позволяет существенно изменить глубину наполнения дрены, что приведет к изменению местоположения всей депрессионной кривой грунтового потока.

Устройство для регулирования дренажного стока состоит из порога (1) выполненного в виде водослива, размещенного в устье дрены (2). В пороге выполнена центральная (осевая) прорезь (3). Линией 7 показан уровень

воды в дрене, а линией 5-щит. К щиту присоединен поплавок (6) (рис. 1.1).

Водослив (1) и фигурный щит (5) из листового железа в виде герметичной пустотелой призмы. Поплавок (6) к фигурному щиту (5) присоединяют методом сварки, изготовление устройства высокотехнологично. Размеры и количество щелей в водосливе (1), а также форма щита (5) могут варьироваться в широких пределах в зависимости от конкретных мелиоративно-гидрогеологических условий.

Устройство работает следующим образом.



**Рис. 1.1. Устройства для регулирования дренажного стока**

1-водослив, 2-фигурный щит, 3-прорезь 4-интервал допустимой глубины, 5-щит, 6-поплавок, 7-уровень воды в коллекторе, 8-расстояние между устройствами, м.

При изменении уровня воды (7) поплавок (6) с присоединенным к нему

фигурным щитом (5) опускается или поднимается, закрывая или открывая



щель (прорезь) (3), при этом гидродинамическое давление плотно прижимает щит (5) к водосливу (1). При высоком уровне воды в дрене щит (5) приподнят, поэтому вода переливается не только через гребень водослива (1), но и через полное сечение прорезь (3), что обеспечивает максимальный сток за минимально короткое время. При понижении уровня воды ниже допустимого (расчетного), щит (5) полностью перекрывает все сечение прорези (3), вследствие чего сток прекращается. Гребень водослива устанавливается на уровне нижней границы интервала допустимой глубины залегания грунтовых вод данной зоны орошения. При переходе от гидравлически наивыгоднейшей формы к максимально

возможному широкому сечению дрены глубину ее наполнения можно увеличить или уменьшить более, чем на половину.

Расчетным путем можно определить очертания криволинейных откосов дрены, позволяющих сохранить практически постоянную отметку кривой депрессии грунтового потока в середине между дренами при различных расходах и наполнениях в дрене. Подобного рода дренаю можно назвать саморегулирующейся. Аналогичный результат получится, если в конце открытой дрены установить порог с прорезями.

Далее при заданном расходе  $Q$ , шероховатости  $n$  и уклоне дна  $i$  дрены находят глубину ее заложения  $h$  [141].

$$h = T \sqrt[8]{Q \left( \frac{n}{\sqrt{i}} \right)}, \quad (1.2)$$

Найденная глубина принимается за расчетную и по известным зависимостям строится депрессионная кривая грунтового потока.

Изложенная выше методика реализована в устройстве для регулирования дренажного стока, которое рекомендуется к использованию на орошаемых землях региона.

Устройство защищено авторским свидетельством со следующей

формулой изобретения [22]: «Устройство для регулирования дренажного стока, установленное в устье дрены и включающее регулирующий орган, отличающееся тем, что с целью обеспечения саморегулирования стока, суммарная площадь поперечного сечения уменьшается по глубине, а параметр  $T$  определяется из зависимости:

$$T = \frac{h}{\sqrt{\left( Q \frac{n}{\sqrt{i}} \right)}}, \quad (1.3)$$

где  $h$  – глубина наполнения дрены;  $Q$  – расход воды;  $n$  – шероховатость;  $i$  – уклон дрены.



Выше было показано, что видоизменяя очертания откосов дрены можно добиться такого положения, что отметка кривой депрессии грунтового потока сохраняется почти постоянной, т.е. будут созданы оптимальные условия влажности в корнеобитаемом слое почвы. Однако практическое видоизменение формы откосов – это задача, с одной стороны, очень трудоемкая, а с другой стороны, взаимозаменяемая: вместо изменения формы откосов дрены или коллектора, в них можно установить порог (водослив) со специальными щелями, форма которых как бы компенсирует нерациональность (с позиций оптимальных условий увлажнения почвы) формы откосов самих дрен или коллекторов. Такой порог условно

$$\sqrt[8]{\left(Q \frac{n}{\sqrt{i}}\right)^3} = 0,162 \quad (1.4)$$

Мы считаем, что дефицит водных должен покрываться, главным образом, за счет экономии воды путем внедрения прогрессивных методов и способов, способствующих повышению эффективности использования водных ресурсов, путем регулирования дренажного стока, замены неинженерных земляных перемычек, улучшению водно-солевого и водно-воздушного режима орошаемых земель с минерализацией грунтовых вод до 2 г/л сульфатнохлоридного типа путем субиригации. Рекомендуется устанавливать устройства в верхних частично в средних районах бассейна (Б.М.Холбаев, 1989), где минерализация воды в коллекторах не превышает 2 г/л.

может быть назван саморегулирующимся. Подчеркнем, однако, что процесс саморегулирования будет осуществляться только при заданном расходе  $Q$  (а также, если не изменяется шероховатость  $n$  и уклон дрены). Если же  $Q$  (соответственно  $n$  и  $i$ ) изменяется, то следует использовать не один а несколько щелевых порогов.

Расчет размеров и формы щелей осуществляется по формулам, 2.8, 2.9, 2.10 используя вспомогательную таблицу 2.11.

Для примера рассчитаем порог (водослив) коллектора Акрабад Камашинского района. По статическим данным максимальный расход дрены  $0,02 \text{ м}^3/\text{с}$ . При заданных  $i = 0,006$  и  $m = 1,2$  множитель формулы

Данное устройство для регулирования дренажного стока внедрено в коллекторное Акрабад (Е.П.Галямин, Ш.О.Мурадов, Д.А.Манукьян, Б.М.Холбаев, 1990 г). Исследования показали, что устройство следует устанавливать не в единичном, а в каскадном порядке. Тогда экономический эффект сооружения, связанный с явлением субиригации на орошаемых землях, увеличивается с ростом площадей, на которых происходит подъем уровня грунтовых вод. Для количественной оценки площадей с субиригацией нами предложена схема расположения устройств - «Каскад». Для указанной схемы можно использовать расчетные формулы для оценки зоны подпора

грунтовых вод вблизи коллекторов и дрен [3,4]. Кроме того, предложенные расчетные зависимости дают возможность оценить площади влияния регулирующих устройств, рациональное

расстояние между ними и разработать рекомендации по сокращению оросительных норм в зонах проявления субиригации

$$\Delta H(x, t) = H^0 \operatorname{erfc} \lambda \quad (1.5)$$

где  $\Delta H(x, t)$  - подъем УГВ под влиянием изменения уровня воды в коллекторе  $H^0$  м;  $\operatorname{erfc} \lambda$  - специальная функция  $\lambda = \frac{x}{2\sqrt{a \cdot t}}$ ;  $x$  - расстояние от уреза воды в коллекторе до расчетной точки, м; Обозначения  $a$  - уровень проводности,  $t$  - время

Таким образом, регулирование стока в дренаже и коллекторах позволяет не только экономить дефицитные водные ресурсы, но и обеспечивать улучшение экологической ситуации в регионе.



**Рис.1.1. Внедрение субиригации на коллекторах Акрабад Камашинского района**

### References:

- 1.Аверьянов С.Ф. Борьба с засолением орошаемых земель. –М.: Колос, 1978. -288 с.

