

УДК 556.114

Канд. хим. наук Н.Г. Верещагина<sup>1</sup>  
А.А. Щетинников<sup>1</sup>  
А.М. Мухаметзянова<sup>1</sup>

### О ХИМИЧЕСКОМ СОСТАВЕ ВОДЫ КОЛЛЕКТОРОВ И ИХ РОЛИ В РАССОЛЕНИИ ЗЕМЕЛЬ В НИЗОВЬЕ АМУДАРЬИ

**Ключевые слова:** низовье Амударьи, коллектор, дренажная сеть, минерализация, качество воды, водно-солевой баланс, орошаемые земли, засоление

*В статье характеризуются особенности химического состава воды коллекторов в низовье Амударьи. По результатам составленного авторами водно-солевого баланса территории оценена роль коллекторов в рассолении земель.*

При неблагоприятных условиях аридного климата, интенсивном испарении поверхностных и особенно минерализованных подземных вод, неправильном орошении, неэффективной эксплуатации оросительных систем (несоблюдение оросительных норм, высокая фильтрация из каналов) на значительных площадях ухудшаются гидроэкологические условия. При этом активизируются процессы засоления, подтопления, осолонцевания земель, которые деградируют и приходят в негодность. Одним из методов борьбы с деградацией земель является борьба с фильтрацией воды из каналов, т.е. повышение КПД систем и соблюдение режима орошения (оросительных норм) и, следовательно, уменьшение питания грунтовых вод при поливах. Если указанные мероприятия не приводят к снижению уровня грунтовых вод, то осуществляют инженерные мероприятия по борьбе с фильтрацией воды из каналов (бетонирование магистральных и межхозяйственных), промывки засоленных земель и, самое действенное – устройство коллекторно-дренажной сети. Для успешной промывки засоленных земель необходимо отведение излишних грунтовых вод в водотоки, озера, понижения рельефа с помощью коллекторов.

В условиях постоянного дефицита водных ресурсов, особенно ощутимого в маловодные годы, на территории Приаралья следует более полно использовать воду магистральных коллекторов для орошения зе-

---

<sup>1</sup> Научно-исследовательский гидрометеорологический институт при Узгидромете, г. Ташкент, Узбекистан

мель, но с учетом ее минерализации и химического состава. В системе Минсельводхоза Республики Узбекистан нерегулярно измеряется минерализация воды и содержание в ней легкорастворимых ионов хлора и иногда сульфатных. По этим данным минерализация воды в коллекторах, в среднем по водности 2015 г., менялась по месяцам от 1,57 до 6,37 г/дм<sup>3</sup>, а сток от 0,33 (коллектор ГЮКК) до 33,3 м<sup>3</sup>/с (табл. 1).

Таблица 1  
Пределы изменения расходов и минерализации воды в коллекторах в 2015 г.

Коллектор	Минерализация, г/м <sup>3</sup>		Расходы воды, м <sup>3</sup> /с	
	минимум	максимум	минимум	максимум
КС-1	2,15	4,13	3,8	18,87
КС-3	3,17	6,22	5,3	14,47
КС-4	1,51	3,48	1,5	7,13
ККС	2,07	3,6	7,8	18,7
ГЮКК (Берунийский)	3,64	5,34	14,2	33,3
Право-Мангитский	3,0	4,75	2,44	21,4
Устюртский	1,57	4,11	0,33	3,17
КС-5	3,06	6,37	1,0	4,93

В период 2008...2015 гг. максимальная среднегодовая минерализация отмечена в самом маловодном 2008 г. в коллекторе КС-4 – наименее водоносном, а минимальная в коллекторе КС-1 – в многоводном 2010 г.

Существенное отличие бассейна Амударьи от бассейна Сырдарьи в том, что коллекторно-дренажные воды в первом водосборе сбрасываются в озера и понижения рельефа, а не в русла реки Сырдарьи и ее притоков, что отмечалось рядом исследователей еще в 80-х годах прошлого века. В современных условиях в низовьях Амударьи все магистральные коллекторы уходят в озера, а в русло поступают лишь небольшие коллекторы, не оказывающие существенного влияния на минерализацию воды в реке [2].

Во внутригодовом изменении минерализации воды в магистральных коллекторах прослеживается зависимость от режима поливов сельскохозяйственных культур. Так, в Кунградском коллекторном сбросе (ККС) минимальная минерализация (до 2 г/дм<sup>3</sup>) отмечалась в феврале – марте 2015 г. – после запасных и промывных поливов, когда в коллекторе очень высокие расходы, и в июле – сентябре после вегетационных увлажнительных поливов сельскохозяйственных культур (рис. 1а).

Такой же внутригодовой ход минерализации наблюдался в крупнейшем из коллекторов низовья Амударьи – ГЮКК (Берунийском) (рис. 1б). Учитывая этот факт, именно в феврале – марте можно использо-

вать воду дрен для предпосевных поливов весной яровой, а в июле – сентябре – озимой пшеницы и для последнего увлажнительного полива хлопка.

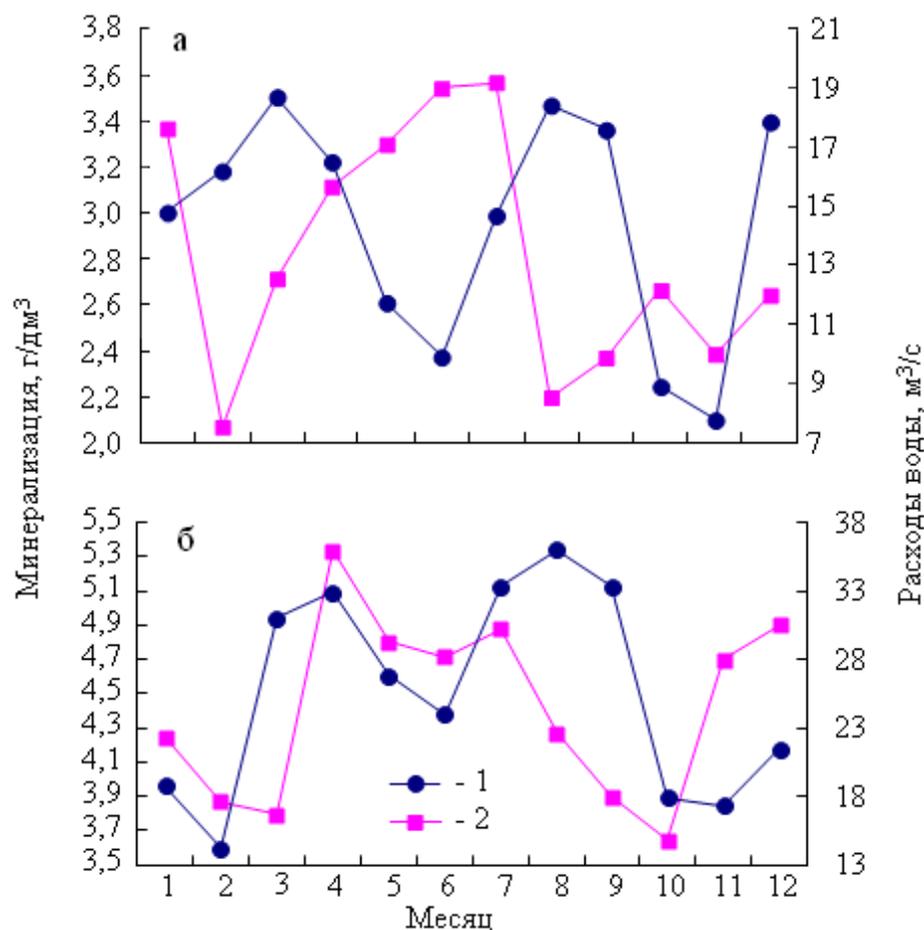


Рис. 1. Внутригодовой ход минерализации и расходов воды коллекторов. а – ККС, б – ГЮКК. 1 – расходы воды, 2 – минерализация.

Среднегодовые величины минерализации в период 2008...2015 гг. колебались от 2,07 (в коллекторе КС-1) до 4,46 г/дм<sup>3</sup> (в коллекторе ГЮКК (Берунийском)).

Была сделана попытка выявить, зависит ли минерализация воды в коллекторах от стока воды в реке Амударье в разные по водности годы. Сравнивалась, например, минерализация воды в Кунградском коллекторном сбросе (ККС) с расходами воды Амударьи у ближайшего к этому сбросу гидропоста Кзылджар за период 2008...2015 годы. В указанный период, 2010 г. был многоводным, а 2015 – несколько выше среднего, и именно в эти годы

минерализация воды в ККС оказалась низкой, а в маловодных 2008 и 2014 гг. – очень высокой и превышала  $4 \text{ г/дм}^3$  (рис. 2).

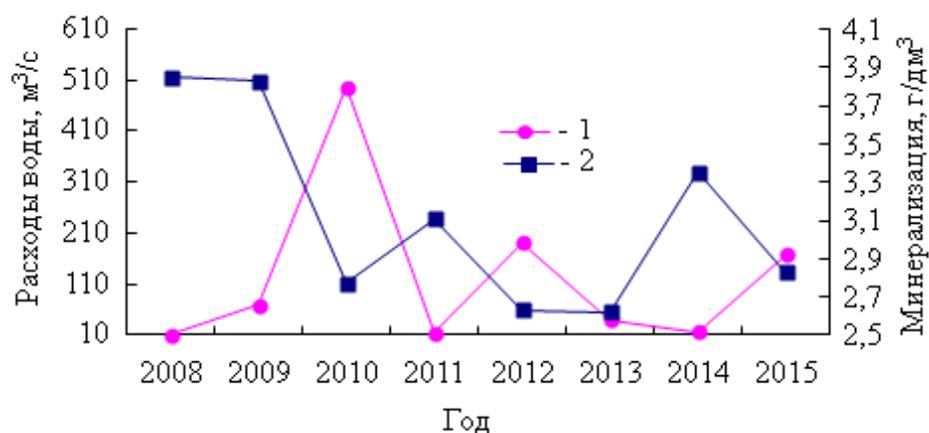


Рис. 2. Хронологический ход расходов воды Амударьи у Кзылджара и минерализации воды в Кунградском коллекторном сбросе (ККС).  
1 – расход воды, 2 – минерализация.

Из рассматриваемых нами магистральных дрен самой многоводной является Берунийская, в которой максимальный расход воды в 2015 г. достигал  $33,3 \text{ м}^3/\text{с}$ , самый маловодный коллектор – Устюртский с расходом  $3,17 \text{ м}^3/\text{с}$  (табл. 1). Следует отметить, что в середине 70-х годов расходы воды в коллекторах были в 1,5...2,0 раза ниже, чем сейчас, а минерализация существенно выше: например, в КС-4 – в 3 раза, в ККС – в 1,5, в Берунийском – в 2 раза [3]. В то время процесс рассоления орошаемых земель только начинался и был более интенсивным, а земли – больше засолены, чем сейчас после многих лет с промывными поливами.

Чтобы оценить качество воды коллекторов для ирригации с помощью конкретных предложенных разными авторами коэффициентов, нужно знать химический состав воды этих водотоков. Поскольку таких данных, измеряемых систематически, нет, то, исходя из величин минерализации, коллекторную воду можно использовать в периоды промывных поливов (февраль – март) в смеси с водой из каналов.

У коллекторов в низовьях Амударьи две главные функции: 1) дренирование поливных земель с целью их промывки, т.е. рассоления, и 2) сброс собранных вод в дельтовые озера с целью их пополнения. Большинство из этих озер – места постоянного проживания многих птиц и временного отдыха перелетных, во время осенних и весенних миграций. Поэтому высокая минерализация и неблагоприятный химический состав воды коллекторов не может

способствовать нормальной жизнедеятельности птиц. Кроме того, по берегам озер скашивают камыш и другие прибрежные растения на корм скоту. При высокой минерализации дренажных вод и насыщенности их остатками пестицидов урожаи указанной растительности падают.

Минерализация воды в коллекторах измеряется в системе Минсельводхоза гораздо реже, чем расходы. Поэтому нами предпринята попытка найти зависимости ее от среднемесячных расходов для коллектора ККС – третьего по величине стока среди дрен и коллектора КС-4 – маловодного (в период 1991...2000 гг.). (ККС впадает в озеро Судочье, а КС-4 – в озеро Атпетки).

Для коллектора ККС зависимости нет – поле точек, где можно лишь отметить, что наименьшие величины минерализации соответствуют наибольшим расходам воды. Для маловодного коллектора КС-4 получена слабая обратная зависимость минерализации от расходов. Вероятно, сток более многоводного коллектора ККС, имеющего большие глубины, более значимо зависит от глубоких грунтовых вод с высокой минерализацией [2], чем от расходов воды. Маловодный и менее глубокий КС-4 имеет гидравлическую связь с менее глубокими горизонтами грунтовых вод, которые меньше минерализованы, и поэтому, вероятно, для минерализации воды этого коллектора более значима его водоносность.

В системе Минсельводхоза Узбекистана измеряется минерализация воды и содержание в ней ионов хлора, так как они обладают высокой миграционной способностью. Растворимость хлоридных солей натрия, магния и кальция очень высокая. Они присутствуют во всех природных водах и оказывают неблагоприятное влияние на большинство сельхозкультур при поливах такими водами, и поэтому один из самых часто используемых коэффициентов оценки качества воды для орошения – Стеблера – учитывает содержание ионов хлора в ней [3].

Химический состав воды коллекторов периодически изучается некоторыми исследователями [1], согласно данным которых, вода по составу хлоридно-сульфатного или сульфатно-хлоридного класса, натриевой группы, т.е. крайне неблагоприятная для орошения сельхозкультур (табл. 2).

Поскольку содержание ионов хлора в воде дрен меряется реже, чем ее минерализация, сделана попытка найти зависимость этих ионов от минерализации. Зависимость оказалась тесной с коэффициентом корреляции равным 0,98, так как ион хлора часто доминирующий. Зависимость вполне может быть расчетной (рис. 3).

Химический состав воды некоторых магистральных коллекторов  
Каракалпакстана, мг/дм<sup>3</sup>

Коллектор	$HCO_3^-$	$SO_4^{2-}$	$Cl^-$	$Ca^{2+}$	$Mg^{2+}$	$N^+ + K^+$	Сумма ионов
КС-1	224	2189	2357	456	336	1620	7182
КС-3	244	1382	781	280	322	350	3359
КС-4	372	1440	1300	340	240	832	4524
ККС	254	1632	1243	180	396	780	4185

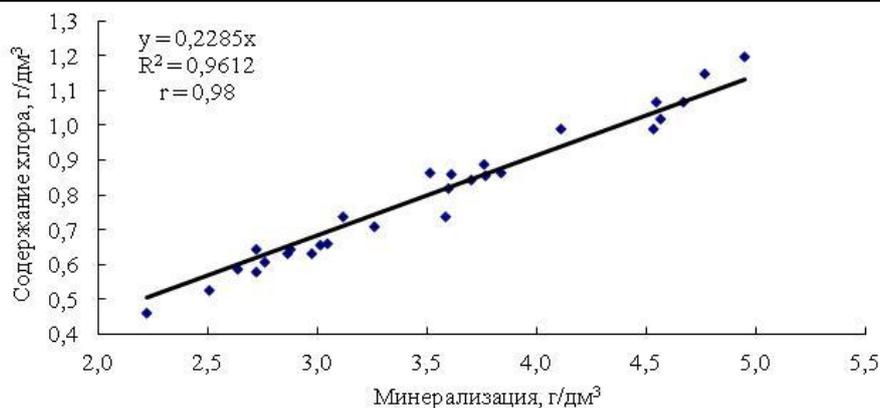


Рис. 3. Зависимость содержания ионов хлора от минерализации в воде коллекторов Каракалпакстана в 2014...2015 гг.

Опыт строительства и эксплуатации коллекторно-дренажной сети в Узбекистане и в других странах мира (Индия, Китай, США) свидетельствует о целесообразности применения дренажа для улучшения гидроэкологических условий орошаемых земель.

Для Каракалпакстана характерна развитая сеть коллекторов. Шесть крупнейших из них обслуживают 486,7 тыс. га при общей длине 645,7 км [2]. Судить об эффективности работы коллекторно-дренажной сети можно по результатам водно-солевого баланса дренируемой территории. По результатам такого баланса для 14 районов Каракалпакстана за два года (2014 и 2015), по данным Минсельводхоза Республики Узбекистан, сделан вывод, что в целом в очень маловодном 2014 г. коллекторно-дренажная сеть работала не эффективно. В почвах отложилось 394 т солей, да и водозабор в каналы был на 805 млн. м<sup>3</sup> меньше, чем в 2015 г. Необходимо также отметить, что в 13 из 14 районах минерализация воды в каналах в маловодном 2014 г. была существенно выше, чем в многоводном 2015 г. Причем, высокой она оказалась в самом северном Муйнакском районе –

1,314 г/дм<sup>3</sup> и в Кегейлийском – 1,112 г/дм<sup>3</sup>. Максимальное поступление солей в почву зафиксировано в маловодном 2014 г. и составило 371,5 т.

В шести районах из 14 и в 2014 и в 2015 годах коллекторы выносили меньше солей, чем поступило их на поля с поливными водами, т.е. часть их отложилась в почвах. В восьми районах коллекторно-дренажная сеть работала более эффективно, и вынос солей с их территорий был больше, чем привнос с оросительными водами. Максимальный вынос солей, равный 1015 т, был отмечен авторами в Берунийском районе, где расположен один из крупных коллекторов Каракалпакстана – Берунийский. В нем максимальные расходы воды могут превышать 20 м<sup>3</sup>/с, а воду он с 2009 г. сбрасывает в озеро Аязколь в Кызылкумах. До 2009 г. он приносил возвратные воды в реку Амударью. Кроме Берунийского, на участке от Туямуюнского водохранилища до гидропоста Саманбай суммарный сток коллекторов менялся от 15 до 22 млн. м<sup>3</sup> в период 2005...2010 гг. В эти шесть лет 2005 и 2010 гг. были многоводными, и именно тогда сток коллекторов был существенно больше, чем в маловодные, и вынос солей с орошаемых земель наибольший, т.е. в многоводные годы роль коллекторов в рассолении земель повышается.

Поскольку минерализация воды в коллекторах бывает минимальной в феврале – марте и в августе – сентябре, именно в эти месяцы их воду можно использовать на орошение желательнее в смеси с речной водой. Именно в эти месяцы коллекторы наиболее многоводны и более интенсивно влияют на водно-солевой баланс орошаемых земель, вынося наибольшее количество солей из них. Следовательно, влияние коллекторов на водно-солевой баланс меняется не только в разные по водности годы, но и внутри года.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Аденбаев Б.Е. Гидроэкологическое состояние поверхностных вод низовьев реки Амударьи. // Сборник научных трудов САНИИРИ. – Ташкент. – 2006. – С. 123-126.
2. Верещагина Н.Г., Щетинников А.А., Чуб В.Е., Мухаметзянова А.М. Гидрологический режим коллекторов в низовьях Амударьи и его связь с грунтовыми водами. // Вопросы географии и экологии. – Алматы. – 2015. – С. 8-12.
3. Чембарисов Э.И., Бахритдинов Б.А. Особенности влияния орошения на минерализацию речных вод бассейна Амударьи. – Нукус: «Каракалпакстан», – 1984. – 144 с.

Поступила 15.11.2017

Хим. ғылымд. канд.

Н.Г. Верещагина

А.А. Щетинников

А.М. Мухаметзянова

**КОЛЛЕКТОРЛАР СУЛАРЫНЫҢ ХИМИЯЛЫҚ ҚҰРАМЫ МЕН  
ОЛАРДЫҢ АМУДАРИЯ ТӨМЕНГІ АҒЫСЫНДАҒЫ ЖЕРЛЕРДІҢ  
ТҰЗДАНУЫНДАҒЫ РӨЛІ**

**Түйінді сөздер:** Амударияның төменгі ағысы, коллектор, құрғату желісі, минерализация, су сапасы, сулы-тұзды балансы, суармалы жерлер, тұздану

*Мақалада Амудария төменгі ағысындағы коллекторлар суларының химиялық құрамының ерекшеліктері сипатталады. Авторлармен құралған аумақтың сулы-тұзды баланс нәтижелерінен коллекторлардың жерлердің тұздануындағы рөлі бағаланған.*

Vereshagina N.G., Schetinnikov A.A., Mukhametzyanova A.M.

**ON THE CHEMICAL COMPOSITION OF WATER RESERVOIRS AND  
THEIR ROLE IN DESALINIZATION OF LAND IN THE LOWER  
REACHES OF THE AMU DARYA**

**Key words:** lower reaches of the Amu Darya river, collectors, drainage network, salinity, water quality, water-salt balance, irrigated lands, salinity

*The article deals with the peculiarities of the chemical composition of the water reservoirs in the lower reaches of the Amu Darya. According to the results compiled by the authors of water-salt balance of the area appreciated the role of collectors in the desalinization of lands.*