

Рис. 1 - Потери урожая некоторых сельхозкультур от засоления по данным зарубежных авторов (Хилель, 2000)

Как видно из рисунка, озимая пшеница - культура относительно устойчивая к стрессам от засолённости почвы; тем не менее, следует учесть, что здесь приведены только ориентировочные данные и реальные потери могут быть выше, если не будет своевременных поливов зерновых. Ущерб урожая от засоления зависят от того, какие соли присутствуют в почве, хлоридные или сульфатные, от того был ли внесён навоз и какова частота поливов.

Посев пшеницы лучше проводить в почву незасоленную или, в крайнем случае, - слабо засоленную. Для того чтобы понять засолено ли поле, необходимо получить карту засоления в Ассоциации Водопользователей (СФУ) или в областной гидрогеолого-мелиоративной экспедиции (ГГМЭ).

Если такой карты нет, можно взять пробы почвы до глубины, хотя бы 0,5 м (по горизонтам 0-25; 25-50 см) и обратиться в областную лабораторию ГГМЭ, где можно оперативно оценить степень засоленности почвы по измерениям электропроводности<sup>3</sup>.

Если электропроводность почвы не превышает 2-4 dS/m (слабая степень засоления), то промывку почвы проводить не надо, если она составляет более 6 dS/m, следует перед посевом организовать промывку нормой 3-4 тыс. м<sup>3</sup>/га (2 такта по 1,5-2,0 тыс. м<sup>3</sup>/га).

Если же почва засолена более 8 dS/m (сильная степень засоления), то промывку надо провести обязательно, нормой до 6000 м<sup>3</sup>/га (3 такта по 2000 м<sup>3</sup>/га).

Для определения необходимого объема воды на промывку достаточно норму промывки умножить на площадь участка (в га) и разделить на КПД подводящих каналов. Например, площадь участка среднего засоления составляет 12 га, необходимая норма промывки - 4,0 тыс. м<sup>3</sup>/га, КПД подводящих каналов-0,75 (то есть 25 % воды потеряется при доведении её до поля - контура промывки). Тогда количество воды, которое нужно заказать в АВП для промывки подсчитаем следующим образом:

$$(12 \times 4000) / 0,75 = 64000 \text{ м}^3$$

Аналогично можно подсчитать количество воды, необходимое для участков (контуров) с другой степенью засоления, например сильнозасоленной.

Общее количество воды, необходимое для промывки определяется суммированием объемов для участков с различным засолением и затем можно добавить объем возможных организационных потерь, например в ок-арыках (5 %).

<sup>3</sup>Институт НИИИВП при ТИИМ обеспечил внедрение экспресс-метода оценки засоления почв по измерениям электропроводности во всех областных Гидрогеолого-мелиоративных экспедициях.

Промывку под посеvy лучше проводить заранее по глубоким тупым бороздам<sup>4</sup>, так как промывка по чекам требует больших объёмов земляных работ и затрат труда. Борозды должны быть короткими и глубокими до 25 см, то есть ок-арыки надо нарезать на расстоянии рекомендуемых длин борозд (см. табл.). Если посев пшеницы осуществляется по растущему хлопчатнику, то затраты на проведение промывки будут минимальными. Хотя в некоторых случаях, где это возможно, перед промывкой рекомендуется углубить борозды и нарезать дополнительно ок-арыки (сделать борозды тупыми и более короткими).



*Рис. 2 – Сравнение всходов пшеницы по растущему хлопчатнику, в условиях незасоленных и засоленных (фото авторов)*

В случае если промывка была проведена, то после посева в почве будет обеспечен достаточный запас влаги и для получения всходов вызывной полив может не потребоваться. Но если промывка не нужна, то сразу после посева необходимо провести вызывной полив, в зависимости от почвенных условий и уклона, нормой 700–1000 м<sup>3</sup>/га.

Норма и число поливов (режим орошения) сельхозкультур зависят от климатических условий (сколько воды испаряется из почвы и потребляется растением), от глубины залегания грунтовых вод, от механического состава и однородности/слоистости профиля почвы, фазы развития растения, а норма брутто сильно зависит от технологии подачи воды. На тяжелых по мехсоставу почвах поливы производят большими поливными нормами, но реже, на легких – меньшими, но чаще.

В институте САНИИРИ разработан режим орошения пшеницы для всех областей Узбекистана. Согласно этому режиму, рекомендуемые оросительные нормы нетто (и количество поливов) колеблются в пределах:

- 2000 м<sup>3</sup>/га (при 2-х поливах), в условиях близких грунтовых вод в Джизакской области;
- 5400 м<sup>3</sup>/га (при 5-6 поливах), - в условиях глубокого залегания грунтовых вод и слабой водоудерживающей способности (высокой водопроницаемости) почв Навоийской области.

С научно обоснованными режимами орошения для основных и других культур можно ознакомиться в АВП (СФУ, обслуживающей вас) или в Управлении ирригационных систем, так как эти организации планируют распределение воды на основании вышеуказанных режимов орошения, утвержденных Министерством сельского и водного хозяйства.

В условиях близких грунтовых вод при необеспеченном их оттоке дренажем, основное отрицательное влияние на урожай оказывает не только дефицит влаги, но и концентрация солей в почвенных растворах. Регулирование концентрации солей может быть достигнуто поливами в объемах сверх потребности растений. В условиях засоления поливы пшеницы должны быть более частыми, а нормы полива – больше от требуемых на 10–20 %. Это возможно только при поддержании относительно глубокого уровня грунтовых вод дренажем.

Длина борозды назначается в зависимости от проницаемости почвы (см. табл.), но она может несколько меняться в соответствии с границами полей.

<sup>4</sup> При промывке не должно быть сбросов воды - только отведение дренажем.

При большом уклоне вода в проточной борозде будет проходить быстро и слабо впитываться почвой, а при малом уклоне, наоборот, будет медленно распространяться, переувлажнять почву в начале борозды и недоувлажнять в конце.

Таблица - Примерная длина борозд и размер струи при различной водопроницаемости почвы и уклоне поверхности участка (Рекомендации ФАО)

Уклон поля	Длина борозды, для промачивания слоя 75 см		Максимальный расход в борозду, л/с
	средняя водопроницаемость (легкосуглинистые, среднесуглинистые почвы)	слабая водопроницаемость (тяжелосуглинистые, глинистые почвы)	
0	90	150	3,0
0,001	125	170	3,0
0,002	150	180	2,5
0,003	170	200	2,0
0,005	170	200	1,2

*ЛИТЕРАТУРА:*

1. Hillel D. " Salinity management for sustainable irrigation: integrating science, environment, and economics ", Washington, D.C.: World Bank, 2000. 92 p.
2. Расчетные биологические оросительные нормы сельскохозяйственных культур на различные уровни урожайности для условий Узбекистана на 1995-1996 гг. / Икрамов Р.К., Якубов Х.Э., Безбородов Г.А., Камиллов Б.К., Эшмирзаев К.Э., Юсупов Х.Ю. - Ташкент 1995 - 33 с.
3. Irrigation Water Management: Irrigation methods Book 1988 ISSN: 1020-4261 //http://www.fao.org/docrep/S8684E/S8684E00.

УДК 691.58:626.826

**САМОУПЛОТНЯЮЩИЕСЯ ПРОКЛАДКИ ДЛЯ УСТРАНЕНИЯ ФИЛЬТРАЦИИ ВОДЫ ИЗ СТЫКОВЫХ СОЕДИНЕНИЙ ЭЛЕМЕНТОВ ЛОТКОВЫХ СЕТЕЙ**

*О.В. Зуев, А.А. Петров, Р.Ф. Байкова  
(НИИВП при ТИИМ)*

*Рассматриваются варианты технических решений по методам герметизации стыков лотковых систем самостоятельными и совмещенными расширяющимися бентонитовыми, битумно-бентонитовыми и оклеечными изоляциями.*

На всем этапе ирригационного строительства, по мере совершенствования методов и конструкций возводимых систем, совершенствовались материалы гидроизоляции, к которым относятся и герметики. Начиная с 1950-60 гг. в практике строительства в опытно-экспериментальных масштабах апробировались сотни разновидностей материалов.

Совершенствование материалов в области гидроизоляции происходило путем вовлечения все новых и новых эластомерных материалов с постепенным увеличением их доли в составах битумно-полимерных композиций и, в конечном счете, в полном исключении углеводородных вяжущих. Это позволило увеличить интервал пластичности герметиков до 200-300 °С, что на 130-230 °С превышает возможности естественных гидроизоляторов. Но при этом цены на такие материалы по сравнению с битумами и битумно-полимерными герметиками возросли в 25-50 раз. На сегодняшний день стоимость герметиков, например, на основе фторкаучуков может составлять до 25 тыс. сум/кг.

При важности всех компонентов физико-механических и эксплуатационно-технических показателей традиционных герметизирующих материалов наиболее важным является характеристика адгезионной прочности соединения, во многом определяющая надежность и

работоспособность уплотнения швов. И если воспринимать герметизирующий материал как клеевую прослойку, соединяющую элементы бетонных конструкций, то становится очевидным, что обеспечение главного фактора надежности, а именно адгезии, в практических условиях мелиоративного строительства сложно, учитывая тот факт, что зависимость его характеристик напрямую определяется чистотой подготовки поверхностей контактов, температурно-влажностных параметров и квалификацией персонала. В подтверждение этого факта можно привести многочисленные примеры обследования мелиоративных сооружений, где разрушение швов наблюдалось в первый же год после их устройства.

Разработка иного принципа соединений элементов, альтернативного клеевому, может способствовать снижению требований к свойствам герметиков и дает возможность экономии финансовых и материально-технических ресурсов.

Такой альтернативный принцип усматривается нами в использовании набухающих герметиков, выпускающихся в Болгарии под маркой «Форстаб», где битумно-полимерный материал содержит добавки монтморилонитовых глин, обеспечивающих расширение материала в водной среде, что ведет к доуплотнению соединения элементов в швах.

Проведение комплексных исследований по вариантам технических решений уплотнений разгерметизированных межэлементных швов лотковых систем с разработкой составов пластично-вязких, битумно-полимерных, покровных и расширяющихся битумно-бentonитовых и оболочковых бентонитовых показывает, что по обоим эксплуатационно-техническим и техноэкономическим параметрам они приемлемы для решения проблемы.

Из всей совокупности рассматриваемых вариантов, наиболее приспособленными для уплотнений швов в полевых условиях, выполняемых службами АВП или представителями дехканских хозяйств, являются оболочковые расширяющиеся бентонитовые прокладки вследствие нижеследующих причин.

1. Доступность и дешевизна сырья
2. Простота и надежность технологических операций для неквалифицированного персонала при изготовлении прокладок
3. Простота методов уплотнений
4. Возможность выполнения герметизационных работ без остановки подачи воды.

В то же время фильтрационные испытания показывают, что в зависимости от типа лотков и ширины швов потери воды через бентонитовые уплотнения могут, например, составлять для лотков ЛР-60 – 130, для лотков ЛР-80 – 163 и для лотков ЛР-100 – 179 литров при ширине швов 2 см в год (табл. 1). Как было установлено в процессе исследований, эти потери обеспечиваются по контакту тканевой оболочки с бетонной поверхностью. Хотя эти потери и невелики, но обеспечивают суммарную утечку водных ресурсов на 1 км сети в пределах до 30 м<sup>3</sup>/год при её стоимости на величину 922 сум. Решение этой проблемы усматривается нами в использовании совмещенного типа уплотнения, где бентонитовая прокладка является подосновой шва, а границы контакта с бетоном покрываются дополнительной изоляцией расширяющейся битумно-бентонитовой или битумно-базальтовой пластично-вязкой мастикой. В этом случае цена уплотнения шва возрастает на 400 сум/стык, но обеспечивает непроницаемость изоляции. Обеспечение снижения расхода материалов и стоимости уплотнений возможно и путем снижения расхода бентонита до величины 2 г/см<sup>2</sup> в современном варианте, где стоимость уплотнения останется неизменной (табл. 1, пункт 9).

В табл. 2 и 3 рассматриваются варианты технических решений по методам герметизации стыков лотковых систем различными материалами и композициями, как самостоятельные виды гидроизоляции, так и в комбинации их друг с другом. При этом данные табл. 2 приводятся для показателей гидростатического давления 0,02 МПа, а табл. 3 – 0,01 МПа.

Показатели при повышенном гидростатическом давлении приводятся нами для расширения диапазона применимости разработанных методов и материалов для гидроизоляции, например, зон бетонных противотрационных покрытий межхозяйственных каналов при заделке крупных трещин, разломов и швов. Как видно из приведенных таблиц, материалы и конструкции уплотнений характеризуются низкой себестоимостью, обеспечивающей низкие значения удельных затрат на герметизацию в пересчете на 1 м<sup>3</sup> сбереженной воды, значения которых в зависимости от типа герметика и конструкции уплотнения составляют от 0,523 до 1,92 сўм.

Таблица 1 - Себестоимость герметизирующих работ в зависимости от типа лотков, габаритов швов при использовании бентонитовых прокладок с использованием глинопорошков ПБМБ с расходом 20 м<sup>2</sup> модификацией «Унифлоком» и определении удельной стоимости затрат на экономию 1 м<sup>2</sup> водных ресурсов

Стоимость бентонита в зависимости от типа лотка и габарита швов, см/сум	Стоимость текстильной обложки в зависимости от типа лотка и габаритов швов, см/сум	Затраты труда и транспортные расходы, сум	Итого себестоимость уплотнений	Возможные годовые сезонные потери воды, литр	Возможные годовые сезонные потери дефектных швов, м <sup>3</sup>	Возможное снижение потерь уплотнений швов по сравнению с контрольными	Итого удельные расходы на уплотнение швов с учетом на 1 м <sup>2</sup> воды, сум
Лоток ЛР-60							
1см-96	1см-96	20	212	65,3	690	689,9	0,307
2см-192	2см-190	38	420	130	690	689,8	0,608
4см-384	4см-380	76	840	261	690	689,74	1,218
Лоток ЛР-80							
1см-120	1см-120	24	264	82	690	689,9	0,383
2см-240	2см-240	48	528	163	690	689,8	0,765
4см-480	4см-480	96	1056	326	690	689,6	1,531
Лоток ЛР-100							
1см-132	1см-132	26	290	89	690	689,9	0,42
2см-264	2см-264	53	581	179	690	689,8	0,842
4см-528	4см-528	101	1154	359	690	689,6	1,67

Таблица 2 - Техноэкономическая характеристика вариантов составов и конструкций уплотнений швов с использованием самостоятельных и совмещенных расширяющихся бентонитовых, битумно-бентонитовых и оклеечных изоляций с сопоставлением стоимостных показателей с традиционными типами клеевых сопряжений для лотка ЛР-80 при давлении 0,02 МПа

Тип герметика и метод уплотнения	Средняя стоимость уплотнений 1 п.м. стыка, сум	Стоимость уплотнений 1 стыка, сум	Стоимость уплотнений 1 км. лотков, млн сум	Возможные фильтрационные потери на 1 стык, сутки/литр	Возможные потери на 1 км лотков, м <sup>3</sup>	Возможные годовые потери, м <sup>3</sup> на 1 км	Возможная стоимость потери воды из условий стоимости подачи, сум
Контрольный	-	-	-	2880	478	114720	3441600
АМ-5 шпаклевочный	8500	17000	2,822	-	-	-	-
Битумно-базальтовый шпаклевочный	700	1400	0,233	-	-	-	-
То же оклеечный	625	1256	0,209	-	-	-	-
Расширяющиеся битумно-бентонитовый	800	1600	0,266	-	-	-	-
Бентонитовый при расходе 3 г/см <sup>2</sup>	501,5	600-1030	0,171	0,768	0,128	30,72	921,6
То же при расходе 2 г/см <sup>2</sup>	401	600-802	0,133	1,2	0,199	-	1422
Совмещенный бентонито-базальтовый	751	1502	0,249	-	-	47,7	-
То же расширяющийся бентонито-битумный	801	1602	0,266	-	-	-	-

Таблица 3 - Техноэкономическая характеристика вариантов составов и конструкций уплотнений бентонитовых, битумно-бентонитовых и оклеечных изоляций с сопоставлением стоимостных показателей с традиционными типами клеевых сопряжений для лотка ЛР-60 при ширине шва 1 см и давлении 0,01 МПа

Тип герметика и метод уплотнения	Средняя стоимость уплотнений 1 п.м. стыка, с\ум	Стоимость уплотнений 1 стыка, с\ум	Стоимость уплотнений 1 км. лотков, млн сум	Возможные фильтрационные потери на 1 стык, сутки/литр	Возможные потери на 1 км лотков, м <sup>3</sup>	Возможные годовые потери, м <sup>3</sup> /км	Возможная стоимость потери воды из условий стоимости подачи, по каналам, с\ум/км	Удельная стоимость затрат на герметизацию на 1 м <sup>3</sup> сэкономленной воды на 1 км, сум
Контрольный без уплотнения	-	-	-	2160	358,6	86100	2583000	
Тиоколовый марки АМ-05	5100	8160	1,355	-	-	-	-	15,73
Битумно-базальто-вый шпаклевочный	400	640	0,1062	-	-	-	-	1,24
То же оклеечный погонажный	625	1000	0,166	-	-	-	-	1,92
Расширяющаяся битумно-бентонитовая	640	1024	0,170	-	-	-	-	1,97
Бентонитовые прокладки при расходе 3 г/см <sup>2</sup>	2214	342	0,057	0,576	0,096	22,9	688,4	0,662
То же при расходе 2 г/см <sup>2</sup>	168	269	0,045	0,720	0,119	28,7	861	0,523
Совмещенный бентонито-базальтовый	368	588	0,098	-	-	-	-	1,13
Расширяющийся бентонито-битумный	480	768	0,127	-	-	-	-	1,48

Таким образом, на основании изложенного можно считать, что разработанные типы расширяющихся герметизирующих материалов и технологий их производства и применения способны решить проблему устранения фильтрационных потерь из дефектных межэлементных соединений лотковых систем.

#### ЛИТЕРАТУРА:

1. Попченко С.Н. Гидроизоляция сооружений и зданий. – Л.: Стройиздат, 1981.
2. Рыбьев И.А. Технология гидроизоляционных материалов. - М.: Высшая школа, 1991.

УДК 691.58:626.826

### ОБСЛЕДОВАНИЕ ТУЯ-БУГУЗСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА С ПРИМЕНЕНИЕМ НЕРАЗРУШАЮЩИХ МЕТОДОВ КОНТРОЛЯ ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ БЕТОНА

*О.В. Зувев, А.А. Петров, Р.Ф. Байкова, В.М. Шипилов  
(НИИИВП при ТИИМ)*

*Описаны неразрушающие методы контроля состояния физико-механических свойств бетона и качества противофильтрационных уплотнений в межэлементных сопряжениях конструкций.*

Широко известно, что потери такого важного природного ресурса, каким несомненно является, особенно для аридных зон, – вода, могут составлять до 50 %. Это означает, что половина воды, взятой из источников орошения, безвозвратно теряется на различных этапах её

транспортирования по мелиоративным сетям. Можно не сомневаться, что основная масса потерь из общей её суммы приходится на фильтрацию воды из различных инженерных сооружений. В связи с этим, практически на всех транспортирующих гидротехнических и гидромелиоративных системах в мировой практике строительства используются различного типа противофильтрационные одежды, выполняемые из асфальта, монолитного и сборного бетона и железобетона, полимерных пленок, каучуковых мембран.(1, 2)

Традиционно-классическим материалом в конструкциях покрытия, наиболее широко применяющимся в гидромелиоративной практике республики, является монолитный бетон и сборные железобетонные облицовочные плиты.

Как показал длительный опыт использования бетонных типов покрытий, они обладают целым рядом положительных свойств. К этим положительным свойствам можно отнести:

1. Простоту технологий.
2. Доступность сырьевых ресурсов.
3. Экологическую чистоту.
4. Высокую прочность.
5. Относительно высокую долговечность.
6. Коррозионную устойчивость.
7. Высокую водостойкость.
8. В большинстве случаев, эксплуатационную надежность.

В то же время длительная практика показала, что имеется масса примеров, когда в первые годы эксплуатации такие покрытия из монолитного бетона покрываются сетью трещин, приводящих к фрагментированию противофильтрационных одежд и, как следствие, способствующих усилению фильтрации и просадкам или осадкам оснований, вызывающих преждевременный износ конструкций.

К недостаткам таких бетонных покрытий можно отнести:

1. Высокую материалоемкость.
2. Жесткость конструкций.
3. Малую трещиностойкость.
4. Высокую стоимость.
5. Недостаточно высокую водонепроницаемость.

Так, многочисленные натурные наблюдения показывают, что потери воды через такие покрытия могут достигать 30-70 л/сутки/м<sup>2</sup>, с возможностью их значительного возрастания по мере эксплуатационного износа. При этом стоимость однослойных покрытий на данном этапе составляет до 20-40 тыс. сум/м<sup>2</sup>. При переходе на 2-3<sup>х</sup> слойные покрытия типа «сэндвич» с промежуточным полиэтиленовым экраном с целью снижения потерь воды, ценовой показатель может составить 70-80 тыс. сум/м<sup>2</sup>, что малопривлекательно для массового производства.

В соответствии с программой исследований с целью установления реального положения в состоянии противофильтрационных бетонных покрытий, сотрудниками НИИИВП было произведено обследование сооружений Туя-Бугузского водохранилища по оценке состояния физико-механических свойств бетона и качества противофильтрационных уплотнений в межэлементных сопряжениях конструкций.

Учитывая время выполнения работ по обследованию сооружения в период апрель-июнь при достаточно высоком наполнении чаши водохранилища, обследованию подвергались элементы части покрытий в зоне переменного уровня и надводных зон. При обследовании покрытий применялись методики визуального осмотра и инструментального контроля с неразрушающими методами воздействия. При осмотрах свободной от затопления площади бетонных покрытий выбирались наихудшие по визуальной оценке зоны бетона, на площади которой в пределах 1 м<sup>2</sup> исследовались прочностные показатели материала с применением прибора ДПГ-5, оттарированного на контрольных образцах. Коэффициент  $A$  прибора для бетона на гравийном заполнителе составлял 5800, что явилось близким показателем расчетных характеристик для приборов удовлетворяющих равенству:

$$\frac{m_A + \frac{1}{3}mc}{\sigma} = 15,7, \quad (1)$$

где  $m_A$  - масса диска, кг;  
 $m_c$  - масса прибора, кг;  
 $\sigma$  - толщина ударной кромки, см

При проведении инструментального контроля на выбранной площади наносилось 6 ударов, из них три в продольном и три в поперечном направлении. За показатель отметки принималось среднее значение из 6 ударов. Прочность бетона определялась по известной формуле:

$$R_{жс} = \frac{AH^1}{a_{cp}^3 \cdot \ell} \quad (2)$$

где  $A$  - коэффициент дискового прибора, кг/см;  
 $\ell$  - длина стержня прибора, см;  
 $H^1$  - высота падения диска, см.

При контрольных инструментальных проверках в зависимости от направления ударов, расположения элемента и угла наклона диска для горизонтальных поверхностей принималась расчетная формула  $\varphi = 90^\circ$ ;  $H/c = 1$ ;  $R_{сжс} = A/a^3$ , а для наклонных поверхностей

$$H/c = 1 + \sin \varphi; R_{сжс} = A/a^3 (1 + \sin \varphi). \quad (3)$$

Обследование бетонных элементов плотины Туя-Бугузского водохранилища, проведенное методом визуального анализа и неразрушающих методов контроля показало, что в основном физико-механические характеристики покрытий находятся в пределах нормы с показателями прочности в пределах  $R_{сжс}$  20-30 МПа. На длинномерных элементах покрытий до 6 м имеются поперечные трещины от 0,1 до 0,2 мм.

В зоне переменного уровня и надводной зоне все элементы уплотнений, представленных досками и поверхностными шпонками на основе чистых битумов, могут считаться дефектными зонами с общей длиной более 10 тыс. пог. м. Так, древесно-дошчатые уплотнения всех зон подверглись гниению и легко удаляются из межэлементного пространства. Выполняемые силами работников службы эксплуатации гидроизоляционные работы с применением поверхностных шпонок на основе чистых битумов неэффективны ввиду низкого интервала пластичности материала и значительной разницы КЛТР бетонных элементов и таких шпонок. Ввиду этого, в различных зонах покрытий наблюдаются очаги неравномерных осадок оснований и элементов покрытий, возможно за счет суффозии грунта, и многочисленные случаи прорастания сорных трав в полостях швов. Можно сделать вывод о необходимости проведения ремонтно-восстановительных работ с применением новых герметизирующих материалов.

#### ЛИТЕРАТУРА:

1. Попченко С.Н. Гидроизоляция сооружений и зданий. – Л.: Стройиздат, 1981.
2. Рыбоев И.А. Технология гидроизоляционных материалов. - М.: Высшая школа, 1991.

УДК 691.58

## НОВЫЕ ГЕРМЕТИЗИРУЮЩИЕ БИТУМНО-ПОЛИМЕРНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОТИВОФИЛЬТРАЦИОННОГО УПЛОТНЕНИЯ СОПРЯЖЕНИЙ ЭЛЕМЕНТОВ СБОРНЫХ БЕТОННЫХ ПОКРЫТИЙ

*О.В. Зуев, А.А. Петров, Р.Ф. Байкова  
(НИИИВП при ТИИМ)*

*Описаны составы герметизирующих композиций для ремонтно-восстановительных работ сборных и монолитных противофильтрационных облицовок каналов и плотин.*



Основная доля антифильтрационных покрытий в Республике Узбекистан приходится на монолитные и сборные бетонные облицовки. Потери из инженерных сетей с такими антифильтрационными покрытиями могут достигать 20 л в сутки на 1 м<sup>2</sup>. Как правило, причина этого кроется в недостаточной эффективности противофильтрационных уплотнений межэлементных сопряжений конструкций облицовок. Если говорить о конструкциях облицовок из элементов индустриального производства, т.е. об одеждах из сборного железобетона, то следует отметить, что на каждый 1 м<sup>2</sup> плит приходится 1 пог. м стыкового сопряжения. Так на крупных магистральных каналах, например, с пропускной способностью 50 м<sup>3</sup> и более, количество стыковых сопряжений может достигать 20 тыс. погонных метров на 1 км канала. Длительной международной практикой строительства и эксплуатации гидротехнических и мелиоративных систем доказано, что от надежности уплотнений зависит не только КПД, но и в значительной мере долговечность конструкций противофильтрационных одежд. Так при нарушении целостности стыковых сопряжений, профильтровавшаяся вода способствует суффозии грунта, провоцируя осадки и просадки оснований, вызывает тем самым смещение элементов и увеличивает площадь дефектных зон, что в целом отражается на снижении эффективности противофильтрационных одежд и способствует преждевременному износу сооружений.

Как известно, роль противофильтрационного уплотнения в сопряжениях элементов сборных покрытий принадлежит герметикам. Также хорошо известно, что к материалам для уплотнения стыков, т.е. к герметикам, предъявляется целый комплекс требований, связанных с необходимостью воспринимать гармоничные продольные многократные напряжения сжатия-растяжения под воздействием температурных факторов, а также поперечные деформации под воздействием осадок и просадок оснований. При этом они должны хорошо противостоять атмосферным, природно-климатическим циклично повторяющимся факторам и воздействию эксплуатационной среды – воды, обеспечивая длительный срок работоспособности сопряжений, сохраняя податливость и деформативность при низких температурах, оставаясь непроницаемыми. Суммируя изложенное можно сказать, что герметизирующее уплотнение является клеевой прослойкой, где основной фактор надежности сопряжения основан на принципе адгезионного контакта двух разнородных материалов.

Применение таких современных долговечных и дорогостоящих композиций не означает автоматическое увеличение сроков длительной и надежной герметизации стыковых сопряжений, в которых это качество определяет не долговечность материала, а один из его элементов, а именно адгезионный контакт, зависящий от многих параметров, трудно поддающихся учету. В связи с этим, нами апробирован вариант расширяющихся композиций, уплотняющихся за счет набухания.

Несмотря на, казалось бы, крупнейший теоретически существующий арсенал современных герметизирующих материалов, в практической деятельности строительных организаций, как в прошлом, так и в настоящем, как правило, в основном используются для целей гидроизоляции чистые битумы. Без использования этого материала, как показывает широчайшая международная практика, невозможно решить ни одной из задач гидроизоляции в сложнейшей работе эксплуатирующихся элементов и конструкций.

Причина этого, на наш взгляд, кроется в:

- а) отсутствии промышленного производства герметизирующих материалов в республике;
- б) высокой стоимости известных композиций;
- в) относительно сложных технологиях производства и использования материалов;
- г) отсутствии компонентов эластомерных материалов и их дефицитность.

Как известно, уплотнения всех видов стыковых сопряжений конструкций бетонных покрытий гидротехнических сооружений являются наиболее существенным элементом в гидроизоляции сооружений, обеспечивающим не только непроницаемость, но и гибкость и деформативность в условиях температурных и осадочных деформаций.

В связи с этим, разрабатываемые герметики должны иметь:

- а) достаточный интервал пластичности;
- б) высокую растяжимость;
- в) хорошую адгезию к бетону;
- г) высокую водостойкость;
- д) низкую стоимость;
- е) экологическую чистоту.

Аналитический обзор существующих традиционных герметизирующих материалов в мировой практике гидротехнического и мелиоративного строительства показал, что при, казалось бы, огромном ассортименте средств и способов, выбор их ограничивается малой доступностью по параметрам технико-экономических характеристик. Так, чисто полимерные композиционные материалы со стоимостными показателями от 12-25 тыс. сум/кг малоприменимы для массового строительства, применение их ограничивается только особыми случаями наиболее ответственных участков сооружений.

Более приемлемые, по экономическим соображениям, технические решения с применением известных герметизирующих битумно-полимерных материалов также в большинстве случаев ограничиваются технологическими сложностями.

Так, например, использование герметиков типа РБК и РБМ БДКМ с применением добавок резиновой крошки от изношенных автомобильных шин требует длительной по времени (от 6 до 12 часов) термической обработки для девулканизации резины, что значительно осложняет и удорожает стоимость изготовления. Попытки сокращения сроков термической обработки, как показала практика, способствует резкому ухудшению таких герметиков, где в этом случае резиновый пластификатор по своей сути является обычным наполнителем, аналогичным минеральным веществам. Композиции битумно-полимерных герметиков типа БНК многокомпонентны и требуют применения в качестве стабилизаторов дефицитных хлорнаиритовых каучуков и эпоксидных смол, цена которых в настоящее время составляет не ниже 25 тыс. сум/кг. Кроме того, композиция БНК требует использования большого количества растворителей и сложной технологической оснастки при изготовлении материала, что ограничивает применение этого типа герметика.

Те же недостатки характерны и для битумно-полимерной композиции типа МГ-1 с добавками дефицитного термоэластопласта ОСТ, требующего предварительного измельчения и последующего растворения с принудительным длительным перемешиванием в клеешалках, что вызывает необходимость использования дополнительного технологического оборудования, а, следовательно, и существенного увеличения себестоимости материала.

Применение мастик типа БДКМ-МБ в условиях строительного производства также осложняется необходимостью введения в битум достаточно дефицитного латекса типа СКД-1. Применение данного латекса вызывает сложности экономического и технологического характера из-за необходимости введения водных дисперсий, вызывающих подвспенивание битумов с возможным выбросом его из битумоварочных котлов.

Учитывая изложенное, нами с целью устранения отмеченных недостатков известных герметизирующих материалов рассмотрен вариант технического решения с применением мастик типа «Минизол» с добавками масляно-полиэтиленового пластификатора (табл. 1). Составы, приведенные в таблице, с целью расширения диапазона применимости учитывают возможности использования всех известных битуминозных вяжущих с применением строительных, дорожных, кровельных, изоляционных битумов различных марок.

Рассматриваемые и рекомендуемые доработанные составы обладают достаточно высоким интервалом пластичности в пределах 90-100 °С, отвечают всем требованиям, предъявляемым к герметикам в водохозяйственном строительстве при высокой доступности материалов по экономическим характеристикам (табл. 2).

Вне зависимости от типа применяемого битуминозного вяжущего и состава герметизирующего материала технология изготовления этих консистенционных мастик предусматривает использование простейших нижеследующих технологических операций.

1. Дробление битума с дозированием по весу и введением в варочное устройство.
2. Разогрев и обезвоживание битума.
3. Дозирование масляного пластификатора и полиэтиленового воска с последующим смешиванием их в малоемкой таре и введением в расплав битума.
4. Дозирование базальтового волокна и введение его в котел при перемешивании.
5. Выдача готового материала.
6. Герметизация швов.

Таблица 1

## Возможные составы битумно-полимерных композиций для уплотнения швов

Компоненты	Содержание компонентов в составах для битумов марок, масс.ч.								
	Строительные БН		Дорожные БНД			Кровельные БНК		Изоляционные БНИ	
	50/50	90/10	90/130	60/90	40/60	45/180	90/40	IV-3	IV
Битум	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Базальтовое волокно	30	10-15	30-40	30	25-30	30	10-15	20	15
Отработанное минеральное масло	-	30	-	-	-	-	10-20	10	5
Полиэтиленовый воск	5	6	5	5	6	6	5	5	5

Таблица 2

## Ориентировочные характеристики свойств битумно-полимерных композиций

Наименование показателей	Показатели составов композиций для марок битумов								
	Строительные БН		Дорожные БНД			Кровельные БНК		Изоляционные БНИ	
	50/50	90/10	90/130	60/90	40/60	45/180	90/40	IV-3	IV
Температура размягчения по КиШ, °С	87	90	85	87-90	80-84	80-82	85-90	79	82-87
Теплостойкость под углом 45°, не ниже	70-75	75-80	75	75	70-75	70-75	70-75	70-75	70-75
Интервал пластичности, °С не ниже	90-92	85-95	97-100	90-100	90-96	90-100	95-100	90-100	90-100
Температура хрупкости, °С не ниже	-10-12	10-15	-12-17	-12-15	10-12	-15-17	-10-12	-12-15	-10-12
Адгезия к бетону, МПа не ниже	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
Относительное удлинение, % не ниже	50-70	50-70	50-70	50-70	50-70	50-70	50-70	50-70	50-70
Коэффициент водостойкости по адгезии, не ниже	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75
Ориентировочная себестоимость, кг/сум	900-1500	900-1500	900-1500	900-1500	900-1500	900-1500	900-1500	900-1500	900-1500

Данные герметизирующие мастики могут применяться как на напорной грани плотины, так и на каналах, участках со сборными железобетонными плитами смонтированными «впритык» без образования межэлементного шва, что дает возможность использования гидроизоляции методом поверхностной шпонки. Необходимо отметить, что аналогичные герметики были использованы на канале ЮГК, показали высокие эксплуатационно-технические качества по сравнению с другими типами уплотнений, применявшихся до этого на данном объекте.

Применение предлагаемых составов гарантированно обеспечивает снижение или исключение фильтрационных потерь с продлением жизнеспособности гидротехнических сооружений, что в целом способствует снижению затрат на 30-40 % за счет водосбережения и применения отечественных материалов и отходов производства.

#### ЛИТЕРАТУРА:

1. Попченко С.Н. Гидроизоляция сооружений и зданий. – Л.: Стройиздат, 1981.
2. Рыбьев И.А. Технология гидроизоляционных материалов. - М.: Высшая школа, 1991.

УДК 628.1

### ИЗУЧЕНИЕ РЕЖИМА РАБОТЫ И УДЕЛЬНОГО ВОДОПОТРЕБЛЕНИЯ СИСТЕМ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО ВОДОСНАБЖЕНИЯ

*И.М. Махмудова, А.Т. Салохиддинов, Ф.М. Шарипов  
(ТТИИМ)*

*The paper devoted to the results of studies on rural population's rational drinking water quotas and dynamics of its regime. The study was conducted in conditions of Bukhara region rural populated areas with different engineering and sanitary facilities. The rational norms of water consumption in rural areas and coefficients of irregularities are given in the paper.*

*Статья посвящена результатам исследований рациональных норм и динамики режима водопотребления сельского населения в условиях Бухарской области с учетом уровня благоустройства зданий. Приведены результаты по определению рациональных норм водопотребления сельского населения и коэффициенты неравномерности водопотребления с учетом и без учета расходов воды на полив зеленых насаждений.*

*Мақола қишлоқ аҳолисининг сув истеъмоли рационал мѐрлари ва унинг режими динамикасини ўрганиш натижаларига бағишланган. Тадқиқотлар Бухоро вилояти қишлоқ аҳоли пунктлари мисолида аҳоли истиқомат қиладиган уйларнинг ободонлашганлик даражасини эътиборга олган ҳолда олиб борилган. Мақолада қишлоқ аҳолисининг кўкаламзорларни суғориш учун сув берилишини ҳисобга олинган ва олинмаган ҳолатлар учун сув истеъмоли мѐрлари ва унинг нотекислиги коэффицентлари келтирилган.*

Удельное водопотребление населения и режим водопотребления зависят от многих факторов - степени благоустройства жилой застройки, уровня жизни, культуры водопотребления, климатических условий. Данные о величине водопотребления и о его изменении во времени необходимы для выбора источника, определения состава сооружений системы, определения мощностей и размеров основных сооружений (насосной станции, регулирующих сооружений-резервуаров, водонапорных башен и др.). В действующей нормативной и научной литературе приводятся нормы водопотребления и коэффициенты неравномерности 20-ти и более лет давности (например, КМК 2-04-02-97 Водоснабжение. Наружные сети и сооружения), которые не подходят к современным измененным условиям, либо приводятся фактические данные для конкретных объектов в определённых условиях.

Системы сельскохозяйственного водоснабжения имеют свою специфику, которая определяется зависимостью характера часовых колебаний расхода воды от множества факторов - количественного и качественного состава водопотребителей, сезонности водопотребления,

территориальной удаленности объектов друг от друга и от возможного типа источника. Внутригодовой режим водопотребления характеризуется двумя различными периодами - летним (с середины мая по сентябрь) и зимним (остальное время календарного года). Причём в зимний период наблюдаются относительно малые колебания расходов воды по сравнению с летним периодом, когда большие колебания наблюдаются в зависимости от температуры и влажности воздуха. Рекомендации по нормам и режиму водопотребления для отдельных категорий сельскохозяйственных водопотребителей, а также в целом по системе водоснабжения, весьма различны. В табл. 1 приведены нормы водопотребления для людей, проживающих в различных населенных пунктах, в зависимости от уровня их благоустройства по данным Министерства строительства на период до 2020 года.

В работах по определению норм и режима водопотребления на системах сельскохозяйственного водоснабжения следует отметить общие недостатки, к которым относятся: непродолжительность наблюдений, несовершенство методики замеров расходов (зачастую объемным способом без применения водоизмерительной аппаратуры) и методики обработки материалов. Поэтому нормативы водопотребления нельзя считать достаточно надежными.

Таблица 1 - Нормы распределения водопотребления литров/человек/день/

Тип населенных пунктов	до 2015г.	до 2020г.
Города с населением более 100 000 человек с центральной системой канализации	240	240
Города с населением менее 100 000 человек с центральной системой канализации	160	160
Города с населением менее 50 000 без канализации	150	150
Поселки с канализацией, включая скот	170	170
Поселки без канализации	115	115

Основным источником сведений о водопотреблении являются непосредственные измерения расходов воды. Зная по результатам наблюдений параметры режима водопотребления в выбранных точках в определенное время, объединяются результаты отдельных измерителей, позволяющие представить режим водопотребления системой графиков. Наибольшее применение в практике проектирования получили суточные графики водопотребления, характеризующие колебания часовых расходов воды в сутки максимального водопотребления. Меньшее распространение получили годовые графики водопотребления, характеризующие колебания суточных расходов воды в течение года.

Режим и нормы водопотребления систем сельскохозяйственного водоснабжения изучались на кафедре «Комплексное использование водных ресурсов и сельхозводоснабжение» ТИИИМСХ в 1990-1997 годах [1]. Исследования проводились во все сезоны года для различной степени благоустройства в условиях сельских населенных пунктов. Нормы изучались для сельских населенных пунктов с двумя типами водопотребителей - население центральной усадьбы и население одного из отделений хозяйства. Изменение суточных расходов воды подтвердило сезонный характер водопотребления в сельских населенных пунктах. Сезонность водопотребления объясняется возрастанием расходов воды в жаркое время года, использованием воды на полив приусадебных участков, расходов на благоустройство территории. Коэффициент суточной неравномерности водопотребления в поселке достигает величины 1,8. Использование питьевой воды на полив вызвано отсутствием надлежащего обеспечения поливочных нужд. Фактические расходы воды значительно превышают нормы водопотребления, рекомендуемые СНиП 2.04.02-97 [2]. Кривые обеспеченности суточных расходов наглядно показывают неравномерность водопотребления, возрастающего в теплый период года и имеющего сравнительно одинаковые значения в холодный период года. Суточные графики водопотребления сельских населенных пунктов характеризуются резким изменением водопотребления в течение суток. Коэффициенты часовой неравномерности колеблются от 1,5 до 2,2.

Однако этот пример, как и многие остальные, не учитывает все специфические условия водопотребления в условиях изменчивости водоподдачи, характер водопотребления из систем сельскохозяйственного водоснабжения с разным техническим уровнем и изменения в социально-экономических условиях жизни населения. Исследование по изучению рациональных норм и режима водопотребления должно иметь достаточную продолжительность для получения обоснованных результатов. Однако проведенный анализ показывает, что в последние 20-30 лет, в

течение которых резко изменились многочисленные факторы, влияющие на нормы и режим водопотребления, подобные исследования не проводились. Отсутствие научно-обоснованных рекомендаций привело к применению устаревших и не соответствующих норм и коэффициентов по режиму водопотребления, что впоследствии сказалось на необоснованных параметрах сооружений и удорожании систем. Нами в условиях Бухарской области начаты экспериментальные исследования по изучению рациональных норм водопотребления и их динамики с учетом основных влияющих на них факторов и современных инструментов и методик.

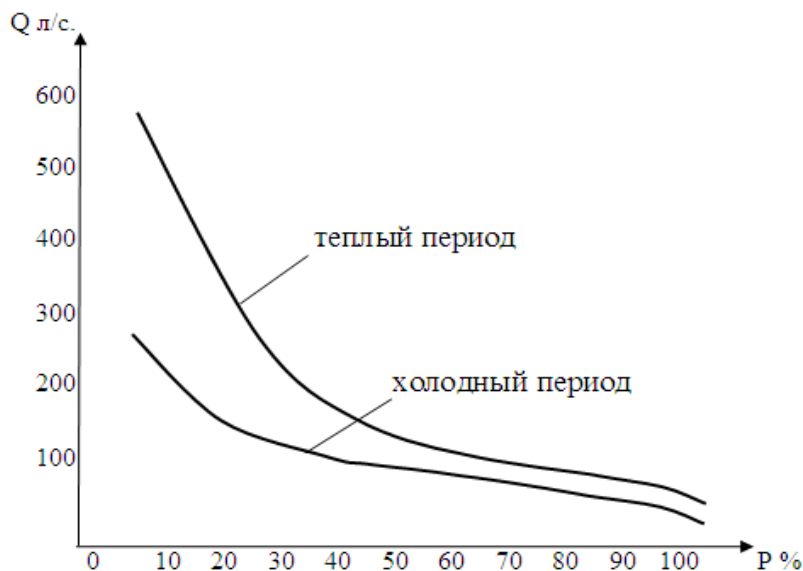


Рис. 2 - Кривые обеспеченности суточных расходов (для жилой застройки, оборудованной внутренним водопроводом и канализацией)

Изучение водопотребления разделяется на два этапа: первый - непосредственные наблюдения, фиксирующие параметры режима водопотребления в выбранных точках в определенное время; второй - определение режима по результатам наблюдений. Закономерности колебания водопотребления характеризуются графиками. В практике проектирования в основном применяются суточные графики, характеризующие колебания часовых расходов воды в сутки максимального потребления. Изменения водопотребления во времени обусловлено многими факторами, каждый из которых, в свою очередь, обусловлен большим количеством случайных явлений. Поэтому колебания расходов воды (суточных и часовых) во времени можно рассматривать как случайные, т.е. обусловленные изменениями во времени столь большого числа действующих факторов, что их суммарное действие и получаемые закономерности могут изучаться вероятностными методами.

Изучение водопотребления, как правило, основывается на использовании выборочного метода наблюдений. Данные выборочного учёта дают достаточно представительные количественные характеристики и правильно отражают размеры и режим водопотребления. Сущность метода в охвате не всего периода действия изучаемых объектов, а только его части (выборочная совокупность). Методы математической статистики позволяют определить минимально необходимое число измерений для обеспечения достаточной точности и надежности выводов. Необходимое число измерений может быть определено по формуле:

$$n = (t^2 \times \delta_Q^2) / \Delta^2, \quad (1)$$

где: t- коэффициент Стьюдента;

$\Delta$  - допустимая точность измерения (допустимый предел отклонения);

$\delta_Q$  - среднеквадратичное отклонение.

До выполнения эксперимента величину отклонения рекомендуется определять в процентах через коэффициент вариации:

$$c_v \% = 100\delta / X, \quad (2)$$

Заменив точность измерения в процентах от средней  $\Delta\% = 100\Delta/X$ , и подставив в формулу (1), найдем:

$$n = (t^2 \times \delta_0^2) / \Delta^2 = t^2 (\delta / \Delta)^2 = t^2 (C_v \% / \Delta \%)^2 \quad (3)$$

Исследования водопотребления позволяют достаточно точно установить для сельскохозяйственных объектов пределы колебаний коэффициента вариации - 25-35 %.

Принимая меньшее значение погрешности  $\pm 12.5\%$ , по рекомендациям А.А. Кемелева [3] необходимое число измерений определяется по формуле (3), при этом  $t = 1,96$  (для определения границ погрешности результата измерения доверительную вероятность принимают 0,95, что соответствует  $t = 1,96$ ). Тогда определяем количество измерений для двух предельных значений коэффициента вариации (25 и 35 %).

от

$$n = (3.84 \times 25) / 12 / 5 \approx 16 \text{ до } n = (3.84 \times 35) / 12 / 5 \approx 27$$

В соответствии с поставленными задачами в качестве объекта по изучению норм и режима водопотребления выбран кишлак «Зарманок» КФЙ «Кунжикаъла» Бухарского тумана Бухарского области. Источником водоснабжения для выбранного объекта является межрегиональная система водопровода «Дамходжа-Навои-Бухара». По трассе водопровода в смотровом колодце установлено 2 водомера, каждый из которых показывает величину расхода в двух жилых домах. Жилая застройка (2 дома) расположена по обе стороны улицы, где расположен колодец.

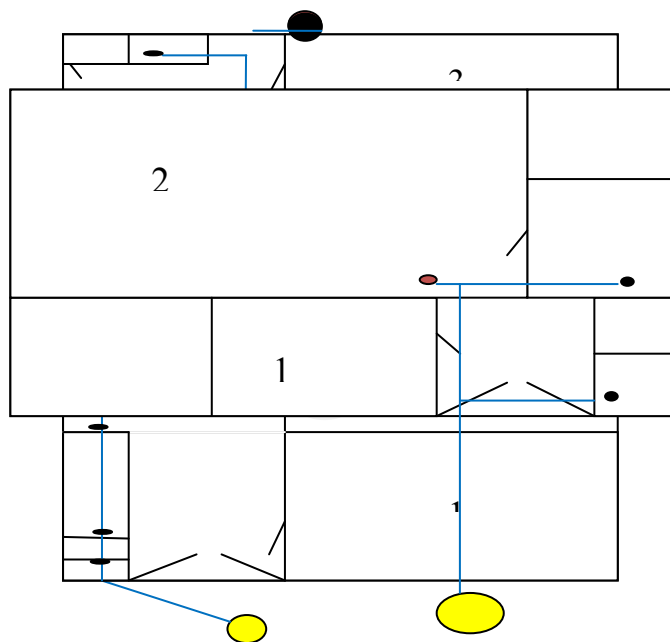


Рис. 1 - План расположения приборов водозабора первого дома

где:

1 – жилая комната;

2 – зеленые насаждения;

3 – помещение для скота;



- колодец;



- водозаборные колонки;



- раковины



- линия внутреннего водопровода

Целью данного эксперимента является установление на примере Бухарской области фактического удельного водопотребления и режима водопотребления сельского населения, обеспеченного системой сельскохозяйственного водоснабжения. Регистрация расходов воды потребителями осуществлялась 24 часа в сутки видеорегистраторами, установленными над водоизмерительными приборами. В домах отсутствует центральная канализация. Жители

пользуются выгребными ямами для сточных вод. Поставлена задача фиксировать показания водоизмерительных приборов в течение 24 часов в сутки и 27 суток подряд за один сезон. Всего планируется измерений на 8 сезонов, т.е. 2 года. Для проведения натуральных экспериментов были установлены видеорегистраторы, т.е. камеры видеонаблюдения на каждый из двух водоизмерительных приборов. В свою очередь, камеры подсоединены к цифровому регистратору, т.е. к DVR. В регистраторе находится жесткий диск с объемом памяти 500 Гб, этого объема достаточно для того, чтобы две камеры снимали показания счетчиков воды в течение 30 суток непрерывно.

Результаты проведенного летнего цикла исследований показывают, что среднесуточное удельное водопотребление на душу населения в первом доме составляет 84,2 л/сутки, во втором доме соответственно 87,7 л/сутки. При этом следует отметить, что полив зеленых насаждений в течение времени эксперимента составил, соответственно, 20,6 и 23,2 % от общего объема потребляемой воды. Среднее суточное удельное водопотребление на душу населения без учёта полива зеленых насаждений составляет 66,9 л/сутки, а во втором доме среднее суточное удельное водопотребление на душу населения составляет 67,4 л/сутки соответственно.

Что касается режима водопотребления, то потребление воды происходит с 7-00 по 22-00 часов. Максимальное водопотребление в сутки в течение экспериментальных исследований в первом и втором домах с поливом и без полива зеленых насаждений составило 299 и 274 л/сутки и 96 и 88 л/сутки, соответственно. Таким образом, коэффициенты суточной неравномерности только по предварительным результатам летнего цикла исследований, при условии учёта полива зеленых насаждений, составляет 3,55 и 3,12, а без учета полива – 1,43 и 1,3 по двум домам, соответственно.

Проведенные исследования позволяют сделать выводы о том, что:

1. Удельное среднесуточное водопотребление и режим водопотребления из систем водоснабжения (по нормативным документам) не соответствуют современным измененным условиям и часто приводят к необоснованному удорожанию и неэффективной работе всей системы;

2. Результаты предварительных исследований показывают: фактические объемы удельного водопотребления сельского населения с домашним скотом, с учетом и без учета полива зеленых насаждений, составляют 86-89 и 62-69 л/сутки, соответственно;

3. Коэффициенты суточной неравномерности водопотребления сельского населения с домашним скотом, с учетом и без учета полива зеленых насаждений, составляют 3,1-3,5 и 1,38-1,41.

#### *ЛИТЕРАТУРА:*

1. Проблемы управления водными ресурсами и эксплуатации гидромелиоративных систем в условиях деятельности ассоциации водопользователей: Сборник научных докладов. - Ташкент, 2002. – 213 с.

2. Строительные нормы и правила СНиП 2.04.02-97. Водоснабжение. Наружные сети и сооружения. - Ташкент, 1997. – 87 с.

3. Кемелев А.А. Групповые системы сельскохозяйственного водоснабжения. - М.: Колос, 1971. – 191 с.

УДК 631.62 + 631.95

## **ОСНОВНЫЕ ПУТИ ПОВЫШЕНИЯ ЭКОЛОГО-МЕЛИОРАТИВНОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ДРЕНАЖА НА ОРОШАЕМЫХ ЗЕМЛЯХ ЦЕНТРАЛЬНОЙ АЗИИ**

*В.Г. Насонов, А. Абиров  
(НИИИВП при ТИМИ)*

*Exhaustion of water resources in the Aral Sea basin, and the appearance of periodic water shortages require a review existing practice drainage study on saline lands.*



*Drainage parameters in combination with leaching regime should provide not only the favorable water-salt regime of the root zone, but also to create and maintain a layer of demineralized water table.*

*Исчерпание водных ресурсов в БАМ и появление периодических дефицитов воды требуют пересмотра сложившейся практики обоснования дренажа на засоленных землях.*

*Параметры дренажа в сочетании с промывным режимом орошения должны обеспечивать не только благоприятный водно-солевой режим корнеобитаемого слоя, но и создавать и поддерживать опресненный слой грунтовых вод*

*Орол денгизи ҳавзасида сув ресурсларининг тугатиллиши ва вақти-вақти билан сув тақчиллиги юзага келиши ва амалиётда вужудга келган шўрланган ерларда дренаж асосларини қайта кўришни талаб қилади.*

*Дренаж параметрлари биргалиқда шўр ювиши режими билан суғориши нафақат ўсимликнинг томир отган тупроқ қатламида мақбул сув-туз мувозанатини яратади, ҳамда шўрсизлантилган сув қатламини ҳосил қилади.*

На огромных равнинных пространствах бассейна Аральского моря (БАМ) вне зависимости от национальной принадлежности, технического уровня гидромелиоративных систем, культуры земледелия наблюдается одинаковая драматическая картина - засоление почв. Интенсивное засоление развивается, несмотря на построенную КДС огромной протяженности и ежегодные промывки земель. Если, например, в Каракалпакстане в 1970 г. площадь средне- и сильнозасоленных земель составляла 38,5 %, то уже в 1990 г. (период максимального финансирования мелиорации и максимальных темпов строительства дренажа) засоление увеличилось до 58,4 %. В постсоветский период негативные тенденции лишь усилились [3, 4, 5, 6].

Наблюдающееся в БАМ развитие засоления почв, при увеличении протяженности дренажа на фоне орошения и промывок противоречат не только существующей теории регулирования солевого режима засоленных почв, но и данным многочисленных опытных участков, согласно которым дренаж в сочетании с промывками обеспечивает благоприятный солевой режим почв. Еще в советское время, когда финансирование работ по КДС было максимальным, явление роста засоления объяснялось отсутствием методов переноса данных точечных и небольших участков на гигантские массивы орошаемых земель. В последующем появилось множество других попыток объяснения засоления почв, среди которых преобладающими являются: слабое экономическое положение хозяйств, плохо работающая КДС, недостаточное финансирование и т.д. Все это действительно имеет место, однако, засоление началось еще в советское время, а считающаяся мало работоспособной дренажная сеть, как и много лет назад, так и сейчас выносит с орошаемых земель БАМ гигантские количества солей – около 200 млн т ежегодно. Примерно до половины этого объема солей сбрасывается в реки, ухудшая качество воды до недопустимых пределов. Другая часть солей сбрасывается в пустынные понижения, формируя засоленные замкнутые водоемы, в которых в скором времени перестанет существовать все живое, подобно озеру Денгизкуль.

Казалось бы, ежегодный вынос солей (до 20-30 т/га) за минусом солей вносимых должен был бы полностью рассолить орошаемые земли, так как с орошаемых земель некоторых оазисов за 40-50 лет вынесено до 1000-1200 т/га. Однако этого не наблюдается: наоборот, за последние 25 лет отмечается интенсивный рост засоления орошаемых почв. Исследования солевых балансов орошаемых оазисов, многочисленных опытных участков, анализ гидрогеологических материалов показывает, что подобные явления могут наблюдаться только в тех случаях, когда основная часть выносимых дренажем солей мобилизована из нижележащих водоносных горизонтов и геологических запасов солей

Засоленные земли равнинных областей, как правило, залегают на горных породах различных геологических формаций древнего континентального засоления или лагунных и прибрежных фаций высыхающих древних морей, содержащих большое количество водорастворимых солей и гипсы. Как правило, это диффузно рассеянные соли в рыхлых отложениях – реликтовые от геологических и климатических условий прошлого. Это горные породы в естественных условиях являются донорами солей в зону гипергенеза и в почвы. При орошении и дренаже этот процесс (донорский) резко усиливается. Водорастворимые соли являются самыми мобильными продуктами зоны выветривания и почвообразования, основным механизмом передвижения которого является миграция с водными растворами. Наиболее активной областью круговорота воды является толща почв и геологических отложений до

ближайшего водоупора. До орошения в естественных условиях складывается единая гидродинамическая и гидрохимическая система со своими геохимическими барьерами и находящаяся в равновесии с реликтовым содержанием солей.

Одновременно с перестройкой существовавшего в естественных условиях поля напоров и скоростей в подземных водах происходит перестройка геохимических потоков солей и гидрогеохимических барьеров: химических, коллоидных, биологических и термодинамических. Это, в конечном итоге, обуславливает перевод большей части солей из геологического круговорота в гидрологический круговорот, и даже частично, в биологический.

Процесс мобилизации солей не затухает, так как количество солей, содержащихся в подстилающих горных породах очень велико; в течение последних 10 миллионов лет регион развивался в условиях континентального засоления или лагунных и прибрежных фаций высыхающих древних морей. Региональный водоупор – морские глины палеогена залегают на большой глубине.

Поскольку при орошении и дренаже засоленных земель, почвы и грунтовые воды, как правило, образуют единую гидродинамическую систему, в которой непрерывно протекают процессы круговорота солей до водоупора, то необходимо учитывать эти особенности при развитии орошения и управлении процессами миграции солей в этой системе (почвы и грунтовые воды).

Однако при проектировании гидромелиоративных систем, анализ и учет возможного выноса солей из геологических запасов в активную геохимическую миграцию не проводился и не проводится сейчас, не говоря уже о разработке необходимых конкретных технических решений, предотвращающих и уменьшающих солевывнос. В нормативных документах, регламентирующих проектирование и строительство дренажа, требования ограничения солевывноса вообще отсутствуют, отсутствуют даже теоретические методы расчета солевывноса из глубоких водоносных горизонтов при работе дренажа и орошении.

К настоящему времени водохозяйственная обстановка в Центральноазиатском регионе существенно изменилась:

- водные ресурсы в БАМ практически исчерпаны, а государства, расположенные в верхнем течении рек Амударья и Сырдарья стремятся использовать водохранилища, построенные для ирригационно-энергетического использования в энергетическом режиме. Это привело к возникновению не только в маловодные годы, но и в годы средней водности существенных дефицитов воды, как по длительности, так и по глубине. Различные водохозяйственные прогнозы на перспективу показывают, что водные ресурсы, выделяемые на орошение, будут уменьшаться из-за увеличения приоритетных требований на воду промкомбыта, благодаря приросту населения и развитию промышленности;

- сброс коллекторно-дренажных вод (КДВ) в реки привел к ухудшению качества речной воды, что оказало серьезное влияние на здоровье населения и засоление земель; отвод КДВ в пустынные водоемы из-за ограниченной емкости их и возможного разрушения в них экосистем требует также проведения целого ряда серьезных мероприятий.

Таким образом, орошение в БАМ на равнинных пространствах будет развиваться в условиях периодически повторяющихся дефицитов водных ресурсов и экологических ограничений на вынос солей с орошаемых почв, что требует иного подхода к регулированию солевого режима орошаемых засоленных почв.

В современных условиях и на перспективу методы управления водно-солевым режимом почв на фоне дренажа на землях с подстилающими отложениями древнего засоления должны отвечать следующим требованиям:

- управление солевым режимом орошаемых почв должно проводиться таким образом, чтобы отводить соли, главным образом, из корнеобитаемого слоя и из приповерхностного слоя грунтовых вод, не вовлекая в гидрологический круговорот соли из геологических запасов;

- управление водно-солевым режимом орошаемых почв должно обеспечить снижение удельных затрат воды на получение сельхозпродукции; поскольку биологические потребности растений в воде должны удовлетворяться, то снижение затрат воды должно осуществляться, главным образом, за счет затрат на обеспечение солевого режима и не должно приводить к увеличению требований на воду сельхозкультур.

Эти требования противоречивы и, казалось бы, мало осуществимы, если исходить из сложившейся практики регулирования солевого режима путем понижения уровня грунтовых вод (УГВ).

Нетрудно видеть, что проектные методы обоснования дренажа, как важнейшего компонента борьбы с засолением орошаемых почв, осуществляемые на практике и сложившиеся 50-60 лет назад отстают от серьезно изменившейся водохозяйственной и экологической обстановки. В основе мероприятий положены требования к созданию допустимых глубин залегания УГВ. Это зафиксировано в современных ҚМК 2.06.03-97 и новом проекте ШНК, в которых прямо утверждается, что дренаж на засоленных почвах практикуется для обеспечения допустимых глубин УГВ [8].

В качестве допустимых глубин принимается глубина иссушения почв за межполивной период, ниже которой при предусмотренных проектом агротехнических мероприятиях залегание грунтовых вод, даже сильно минерализованных, не должно вызывать засоление. Согласно этим рекомендациям, даже для песчаных почв, допустимая глубина составляет 1,8-2,0 м при высоте капиллярного поднятия для этих почв меньше 1,0 м. В то же время глубина УГВ для средних и пылеватых суглинков рекомендуется 2,6-2,8 м, при высоте капиллярного поднятия для таких грунтов 3,5-4,0 м.

Для таких глубин залегания грунтовых вод требуется большая глубина первичных дрен – 3,0-3,5 м и соответствующая глубина отводящих коллекторов и водоприемников. Необходимы огромные затраты на поддержание этой сети, вызванные очень большой глубиной заложения КДС.

Для сравнения следует отметить, что глубина заложения дрен в странах с огромным опытом орошаемого земледелия и сходных почвенно-климатических условиях (Египет, юг и юго-восток США, Индия, Пакистан, Китай) на 1,0-1,5 м меньше, соответственно меньше и глубина УГВ. Наконец, создание допустимых глубин УГВ, реализуемых в проектах в условиях дефицита воды в Центральной Азии, обязательно повлечет за собой увеличение засоления и снижение урожайности. Так как создание допустимых глубин, принятых в проектах (2,0-2,8 м), потребует увеличения оросительных норм примерно на 20 % в условиях невозможности забора воды из внешних водоисточников, из-за исчерпания водных ресурсов и их дефицита. Именно это произошло после 1982 года, когда введение лимита на воду в бассейне Аральского моря привело к росту засоления почв в РУз, уже к 1985 году, практически в 2,5 раза по сравнению с 1980 годом при одновременном снижении урожайности. К 2010 году площади сильно- и средnezасоленных земель выросли более чем в 4 раза.

В то же время опытные исследования и практика мелиораций, мировой опыт борьбы с засолением почв показали, что допустимая глубина УГВ не является однозначной величиной, определяясь промывным режимом орошения, связанным с этим дренажным стоком, расходом грунтовых вод в зону аэрации. Это становится особенно важным в условиях дефицита водных ресурсов, роста минерализации оросительной воды, подавляющего распространения грунтовых вод с минерализацией до 5 г/л.

Хотя следует заметить, что отечественные научные разработки по борьбе с засолением орошаемых земель (И.П. Айдаров, Э. Каримов), основанные на оптимизации параметров дренажа на основе промывного режима орошения дают результаты очень близкие к критической (допустимой) глубине залегания. Причины такой ситуации в следующих ошибочных ситуациях:

- минерализация грунтовых вод (МГВ) принята постоянной, хотя многолетняя эксплуатация ГМС показывает, что МГВ уменьшается с течением времени при осушении и хорошо работающем дренаже;

- водопотребление сельхозкультур принято резко увеличивающимся с уменьшением глубины залегания УГВ, хотя многолетние опытные данные по режиму орошения, общепризнанные в мировой практике рекомендации по расчету водопотребления сельхозкультур (Пенман-Монтейф и др.) показывают, что такой зависимости нет; режимы орошения сельхозкультур показывают, что водоподача с уменьшением глубин УГВ уменьшается в вегетацию, а с учетом промывок, даже сильнозасоленных земель, водоподача в годовом разрезе практически не зависит от УГВ.

Ряд исследователей за рубежом считают, что при правильно подобранном промывном режиме орошения, глубина залегания УГВ существенно не влияет на процессы регулирования солевого режима почв.

Наконец, как показывает практика, значительно легче опреснить верхний слой грунтовых вод с помощью промывного режима орошения и подбора параметров дренажа, чем понизить

уровни грунтовых вод до критических допустимых глубин за счет глубокого редкого дренажа, в условиях, когда увеличение вододачи в вегетацию за счет забора воды из внешних водоисточников недопустимо.

Для оценки возможностей регулирования выноса солей дренажем из глубоких водоносных горизонтов и создания опреснения верхнего слоя грунтовых вод рассмотрим существующие представления о зоне активного гидродинамического влияния дренажа в связи с литологическим строением дренируемых пластов, геофильтрационными параметрами, типом и параметрами дренажа. Анализ существующих представлений показывает, что единого мнения об активной гидродинамической зоне влияния дренажа нет, хотя пресные «подушки» грунтовых вод существуют на староорошаемых зонах давно.

Сойфер А.М. (1975), исходя из материалов натуральных наблюдений за работой дренажа и результатов моделирования, рекомендует для пластов большой мощности определять зону влияния глубины горизонтального дренажа, как одну треть половины междреннего расстояния.

Бобченко В.И. (1989) определяет зону влияния дрен по глубине в зависимости от междреннего расстояния  $L$  и глубины заложения дрены  $t$ , – для  $L > 100 t$  – зона активного гидродинамического влияния  $m = 1/6 L$ . Для  $L = 10 t$   $m \leq 3t$ .

Хотя другие авторы не всегда явно формулируют глубину влияния дрен, однако рекомендации по мощности водобалансового слоя, необходимые для установления статей баланса, говорят сами за себя.

Так, Кац Д.М., Шестаков В.М. рекомендуют в качестве нижней границы балансового слоя глубину 8-10 м. Таким образом, существуют различные представления о зоне влияния горизонтального дренажа по глубине грунтового потока.

В том случае, если междреннее расстояние  $L$  больше или равно утроенной мощности потока грунтовых вод  $H_0$  ( $L \geq 3 H_0$ ), для фильтрационного потока в междренье будет справедлива предпосылка Дюпюи-Форхгеймера: поток можно считать плоским в разрезе: эквипотенциали будут близки к горизонтали, а напоры по вертикали практически одинаковы. Анализ движения по лентам тока показывает, что соли вовлекаются в движение по всей мощности водоносного пласта до водоупора, если он расположен на глубине удовлетворяющей условию  $\frac{L}{H_0} \geq 3$ . Другими

словами, если мощность водоносного слоя более чем в три раза меньше междреннего расстояния, в поток вовлекаются все соли до водоупора.

Другой крайний случай работы дренажа – залегание водоупора на такой глубине, при которой пласт можно принять бесконечно большой мощности. Анализ этих работ показывает, что модель бесконечной мощности водоносного пласта будет справедлива при соотношении междреннего расстояния  $L$  и мощности пласта  $H_0 = \frac{H_0}{L} \geq 3$ , а предельная мощность зоны влияния по глубине равна междреннему расстоянию.

Важно отметить, что эти условия будут характерны для стационарной фильтрации (т.е. предельно возможный случай). Для нестационарных процессов (поливы, промывки, межполивные периоды) активная зона влияния, по всей видимости, будет меньше.

Кроме того, существует обширный класс соотношения междренных расстояний и мощности пласта  $3 \leq \frac{H_0}{B} \leq 0,33$ , где зона влияния не будет совпадать с приведенными выше критериями. Нетрудно видеть, что существуют, хотя и ограниченные, возможности управления активной зоной влияния путем изменения междренных расстояний и, связанной с этим, глубиной заложений дренажа.

Поскольку выделение водоупора является очень важным для уточнения зоны вывода легкорастворимых солей из вековых и геологических запасов в активный круговорот воды, то необходимо дать понятие водоупора, очень важное в дальнейшем.

В процессе изысканий расчет за водоупор принимают кровлю плохо проницаемого слоя по соотношению коэффициентов фильтрации или проводимости. Во многих случаях, это является не вполне очевидным и, тогда используются различные параметры перетекания или критерии водообмена. Как правило, в основу таких критериев кладется водообмен, составляющий 5-10 % от расхода пласта (т.е. водный фактор). Наличие большого содержания солей в плохопроницаемом слое и ниже залегающем пласте при таком определении не принимается во внимание, хотя объемы поступления солей со стороны плохопроницаемого слоя могут быть огромными. Однако в научно-

методической литературе, нормативах и практических изысканиях отсутствует обоснование принятия в качестве водоупора плохопроницаемый слой с позиции поступления солей в активную гидродинамическую зону и в дренаж.

В гидрогеологической теории и практике принято, что если плохопроницаемые прослои не могут обеспечить требуемую водоохватную способность фильтров, то обязательно следует учитывать расход воды, который может быть пропущен плохопроницаемым слоем, не говоря уже о емкостных его запасах, при региональной фильтрации подземных вод. Еще большее значение это положение должно иметь при изучении миграции легкорастворимых элементов. Поэтому на территории с реликтовым засолением необходимо сделать переоценку сложившимся представлениям о водоупорных свойствах плохопроницаемых слоев, с точки зрения вовлечения вековых и геологических запасов солей в активный кругооборот воды.

Почти очевидно, что перевод геохимических потоков легкорастворимых элементов из геологического круговорота веществ в гидрологический кругооборот определится глубиной залегания действительного (а не условного) регионального водоупора и заданным междренным расстоянием и глубиной заложения дренажа.

Поэтому для установления масштабов вовлечения солей дренажем очень важным является определение относительности или действительности водоупора, как для отдельной дрены, так и всего района в целом. Для засоленных земель с реликтовым засолением в БАМ, первым действительно региональным абсолютным водоупором являются олигоценые морские глины (палеоген), залегающие на орошаемых землях на довольно больших глубинах. Однако даже эти водоупорные слои в пустынных понижениях и зонах структурных растяжений могут служить очагами разгрузки в активную гидродинамическую зону рассолов мезозойских артезианских бассейнов.

Вопросы формирования водно-солевого режима на орошаемых почвах и возможности управления процессами соле-влаго-переноса на орошаемых землях, подверженных засолению, первоначально рассматривались в зоне аэрации, включая корнеобитаемый слой. Существуют достаточно хорошо разработанные модели движения влаги и солей в ненасыщенной зоне. Однако минерализация грунтовых вод в то время рассматривалась как постоянная, не зависящая от орошения.

На тот период можно считать такую постановку оправданной, так как в то время существовали огромные емкости в пустынях, а ассимилирующая способность водоисточников казалась неограниченной и позволяла принять очень большое количество коллекторно-дренажных стоков. Количество воды, необходимой для создания промывного режима корнеобитаемого слоя существовало в избытке в тот период. Тогда не существовало объективной необходимости в оценке привлечения солей из глубоких водоносных горизонтов, а недостатки расчетов, связанных с неясным опреснением верхнего слоя минерализации грунтовых вод под влиянием орошения и дренажа, подтока солей из более глубоких слоев, покрывались увеличением подачи воды на засоленные земли.

Позднее детально начали разрабатываться модели и методы прогноза минерализации грунтовых вод и прогноза минерализации дренажного стока. Первоначально балансowymi методами, а позднее, когда для точности прогноза стала ясной необходимость расчета концентраций солей в любом месте и в любой момент времени, стали использоваться модели и метод трубок тока.

Этот метод предполагает использовать для описания движения воды стационарное уравнение фильтрации (Лапласа). Распределение трубок тока находится при работе дренажа и орошении аналитическим, аналоговым, либо численным методами. В результате двумерная задача фильтрации и переноса солей сводится к нескольким одномерным. После определения положения трубок тока рассчитывается распределение концентрации солей во времени по трубкам тока.

Недостатки этого метода очевидны. Исследования САНИИРИ (Меришинский М.С., Батурин Г.Е.) на опытных участках показали, что поля фильтрации и движение солей можно охарактеризовать линиями тока и нормальными к ним линиями равного напора, а также траекториями движения и ортогональными к ним линиям, можно принять стационарными в небольшие промежутки времени, поскольку они сильно меняются во времени в зависимости от полива, промывок и длительности межполивного периода.

Если в период полива существовало движение от поверхности грунтовых вод в дренаж и ниже глубины заложения дренажа, то в межполивной период кинематическая структура фильтрационного потока существенно изменяется. С поверхности грунтовых вод происходит

расход подземных вод в зону аэрации при одновременном движении воды в дренаж. Исчезновение инфильтрационного питания приводит к общей перестройке движения подземных вод: траекторий движения и ортогональных к ним линий отмеченных частиц, линий тока и нормальных к ним линий равного напора.

Критические точки разделяют фильтрационный поток на две части: зона, где вода и соли движутся в направлении зоны аэрации и далее корнеобитаемого слоя, и область, где вода и соли движутся в дренаж, включая и зоны с глубокими водоносными слоями. В зависимости от длительности межполивного периода, междренних расстояний и мощности накопленного за период полива слоя ирригационно-грунтовой воды, могут произойти следующие варианты:

а) при малой мощности слоя ирригационно-грунтовых вод, интенсивном расходе на испарение, большой интенсивности дренажа, этот слой может быть сработан полностью; в зону аэрации будут подтягиваться соли из глубоких водоносных горизонтов;

б) при правильно подобранных параметрах дренажа и межполивном периоде приповерхностный слой ирригационно-грунтовых вод не исчезнет за межполивной период, однако подтягивание из глубоких водоносных горизонтов будет происходить;

в) в вегетационный период пресный прослой создать не удастся, соли подтягиваются из глубоких водоносных горизонтов в вегетационный период, промывки необходимы не только для ликвидации сезонного засоления корнеобитаемого слоя, но и создания пресного слоя грунтовых вод, чтобы избежать засоления.

Поступление солей в грунтовые воды или вынос их в грунтовые воды и, соответственно, минерализация грунтовых вод, зависит от процессов соле-влаго-переноса в зоне аэрации, включая корнеобитаемый слой.

В таких условиях расчет по трубкам тока может дать серьезные погрешности.

При избытке пресной воды и отсутствии проблем с утилизацией солей эти случаи имеют чисто теоретическое значение. Однако, при дефиците воды регулирование верхнего слоя минерализации грунтовых вод совместно с регулированием водно-солевого режима корнеобитаемого слоя является единственной альтернативой.

Таким образом, принципы регулирования водно-солевого режима и обоснования дренажа на засоленных землях должны учитывать не только процессы соле-влаго-переноса, которые идут выше уровня грунтовых вод, но и в собственно грунтовых водах и нижележащих водоносных пластах. Это, в свою очередь потребует не только знания кинематики процесса фильтрации в гидродинамической постановке при различных сочетаниях параметров дренажа, но и прогноза условий формирования потоков солей в водонасыщенной толще.

В сложившихся условиях регулирование водно-солевого режима орошаемых почв, обеспечивающих снижение затрат воды на промывной режим и резкое уменьшение выноса солей из глубоких водоносных горизонтов должно основываться не только на расчете водно-солевого режима зоны аэрации, но и грунтовых вод в гидродинамической постановке. Подбор параметров дренажа и промывного режима орошения должен осуществляться только на основе моделирования фильтрационного поля и знаний концентрации растворенных солей в любой момент времени и в любой точке междренья от поверхности земли до водоупорного основания или слабопроницаемого слоя его заменяющего.

#### *ЛИТЕРАТУРА:*

1. Айдаров И.П., Каримов Э.К. Некоторые вопросы обоснования мелиоративных режимов орошаемых земель при проектировании оросительных систем // Водные ресурсы. - 1974.
2. Глазовский И.Ф. Современное соленакопление в аридных областях. - М.: Наука, 1987.
3. Ковда В.А. Борьба с засолением почв дельт рек Сырдарья и Амударья // Вестник КК филиала АН УзССР. - 1988. - № 1.
4. Кузиев Р.К. Проблемы рационального использования земельных ресурсов Республики Узбекистан и основные направления их научного обеспечения // Илмий-амалий конференция материаллари. Ер ресурсларидан самарали фойдаланиш муаммолари. - Т., 2007.
5. Насонов В.Г., Абилов А. Особенности засоления почв Джизакской степи на современном этапе // Тезисы докладов II съезда почвоведов и агрохимиков Узбекистана. - Т., 1995.
6. Природное и антропогенное засоление почв бассейна Аральского моря (география, генезис, эволюция) / Панкова Е.И., Айдаров И.П., Ямнова И.А., Новикова А.Ф. и др. - М.: РАСХН, 1996.

7. Перельман А.И. Процессы миграции солей на равнинах восточной Туркмении и западного Узбекистана в неогене // Древние почвы пустынь Средней Азии. - М.: Изд-во АН СССР, 1959.

8. Шредер В.Р. и др. Расчетные значения оросительных норм сельскохозяйственных культур в бассейнах рек Сырдарьи и Амударьи. - Т., 1970.

УДК 631.3

## **ОБОСНОВАНИЕ ОСНОВНЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ СИСТЕМЫ МАШИН И ТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ СТРОИТЕЛЬСТВА, ОЧИСТКИ И РЕМОНТА ОРОСИТЕЛЬНЫХ И КОЛЛЕКТОРНО-ДРЕНАЖНЫХ КАНАЛОВ**

*А.Р. Муратов*  
(НИИИВП при ТИИМ)

Отличительной особенностью системы технологий и машин для строительства, очистки и ремонта оросительных и коллекторно-дренажных каналов и производства культуртехнических работ по мелиоративному улучшению состояния земель и эксплуатационных работ на оросительных и коллекторно-дренажных системах является обеспечение:

- достаточной вписываемости в технологии производства работ в регионах, вилоях, предгорных, равнинных и полупустынных зонах и географических ландшафтах Республики Узбекистан при соблюдении установленных ресурсных, экологических ограничений;

- научно обоснованными регламентами технологических требований к техническим, экономическим, эксплуатационным показателям многоцелевых и многофункциональных технических средств механизации мелиоративных работ для закупки за рубежом;

- создания в Узбекистане мобильных сборно-разборных (блочно-модульных) технических средств, универсальных по способу энергоснабжения; совершенствования конструкции рабочих органов, адаптивных для различных грунтовых условий;

- разработки высокоэффективного вспомогательного оборудования интегрального типа;

- расширения области применения средств механизации и сокращения сезонности мелиоративных работ.

В систему технологий и машин для строительства, очистки и ремонта оросительных и коллекторно-дренажных систем, а также производства культуртехнических работ по мелиоративному улучшению, должны быть включены типичные для основных экономических районов базовые технологии выполнения мелиоративных работ и технологии, адаптированные к условиям природно-сельскохозяйственных зон, а также к приоритетным видам сельскохозяйственного производства.

Основные виды мелиоративных работ в трех отмеченных выше зонах:

- ремонт и строительство каналов межхозяйственной и внутрихозяйственной оросительной сети;

- ремонт и строительство бетонных противофильтрационных облицовок на оросительных каналах;

- ремонт и строительство закрытой коллекторно-дренажной сети на орошаемых землях;

- очистка, ремонт и строительство каналов открытой коллекторно-дренажной сети;

- производство ремонтно-эксплуатационных работ на мелиоративных системах;

- ремонт и сооружение скважин для сельскохозяйственного водоснабжения;

- ремонт и строительство новых внутрихозяйственных дорог.

В зависимости от назначения ирригационные и коллекторно-дренажные каналы имеют ширину по дну 0,6-5,0 м и более, а глубину 1,0-4,0 м и более, классификация по параметрам поперечного сечения и пропускаемому расходу воды приведена в табл. 1 и 2.

Таблица 1 - Типоразмерная классификация оросительных каналов

Типоразмер оросительного канала	Техническая характеристика			
	Пропускаемый расход, м <sup>3</sup> /с	Глубина, м	Ширина по дну, м	Крутизна откосов
I	До 2,0	До 1,0	До 0,6	1:1
II	2-10	1,0-1,5	0,6-1,2	1:1 до 1:1,5
III	10-25	1,5-2,5	1,2-3,0	1:1,5 до 1:2-0
IV	25-50	2,5-4,0	3,0-5,0	1:1,5 до 1:2,5
V	Более 50	Более 4,0	Более 5,0	1:2 до 1:4

Таблица 2 - Типоразмерная классификация коллекторно-дренажных каналов

Типоразмер дренажного канала	Техническая характеристика		
	Глубина, м	Ширина по дну, м	Крутизна откосов
I	2,5-3,5	0,6-1,2	1:1,5
II	3,5-5,0	1,2-3,0	1:1,5 до 1:2,0
III	Более 5,0	Более 3,0	1:2 до 1:3

Практика показывает, что экскаваторы как ведущие машины с рабочими органами строительного назначения, выполняющие работы по уширению и углублению или очистке каналов, имеют годовую выработку значительно ниже, чем такие же марки экскаваторов при прокладке новых каналов. Завышение плановых норм выработки, когда они заведомо невыполнимы, не способствуют производительному использованию техники. Нормативы в конечном итоге должны быть прогрессивными и, в то же время, реально выполнимыми при условии применения правильных методов работы и организации труда.

Ремонтные работы на коллекторно-дренажных каналах имеют ряд особенностей, отличающих их от мелиоративно-строительных работ. Эти особенности сказываются в первую очередь на производительности одноковшовых экскаваторов, если они оборудованы ковшами общестроительного назначения. Однако снижение плановой выработки одноковшовых экскаваторов на ремонте и очистке каналов до сих пор не имеет научного обоснования и не узаконено, хотя все эти особенности, в свою очередь, учитываются каталогами, сметными нормами на ремонтно-строительные работы через коэффициенты. Стоимость земляных экскаваторных работ на ремонте коллекторно-дренажных каналов (уширение и углубление) на 8-10 % выше, чем при строительстве новых каналов.

Для выбора оптимальных параметров машин и рациональных способов производства ремонтных работ на оросительных системах необходимо знать габаритные размеры и формы слагающих их объектов. Поэтому главное при разработке системы машин и технологии, потребности в машинах состоит также в том, чтобы определить параметры сооружений каждой группы с классификацией их по типоразмерам, так как технические и эксплуатационные характеристики машин диктуются габаритами и формой поперечного сечения каналов и сооружений, его размерами в плане.

Таблица 3 - Технологический регламент основных показателей системы машинных технологий и машин, для ремонта очистки коллекторно-дренажных каналов от наносов

Операции	Технологические параметры
Планировка берм, засыпка ям и воронок, крепление откосов каналов и берегов водоемов	Микронеровности при заравнивании ям, промоин и отсыпка откосов по результатам мониторинга с отклонением $\pm 5$ см
Исправление деформации профиля канала, откосов дамб и удаление наносов: - одноковшовыми экскаваторами:	Очистка от наносов и травянистой растительности без нарушения проектного профиля с укладкой грунта в пределах полосы отчуждения канала (глубиной) / шириной по дну/ [заложением откосов]



а) с радиусом копания до 20 м; б) с радиусом копания до 16 м; в) с радиусом копания до 12 м; г) с радиусом копания до 9,0 м;	(до 10 м)/до 8,0 м/ [до 1:3] (до 8,0 м)/до 5,0 м/ [до 1:2,5] (до 6,0 м)/до 4,0 м/ [до 1:2] (до 5,0 м)/до 3,0 м/ [не менее 1:1,5] (до 3,0 м)/до 0,5 м/ [не менее 1:1]
д) машинами непрерывного действия - земснарядами	(глубиной) / шириной по верху/ [заложением откосов] (до 10 м)/до 50,0 м/ [до 1:3]. Устройство обвалования, укладка и наращивание пульповода
Разравнивание вынутаго грунта	Отсыпка наносов на откосы дамб и каналов, а также на проезжую часть инспекторской дороги не допускается
Ремонт сооружений на коллекторно-дренажном канале	По результатам мониторинга без переуплотнения прилегающего грунта

Таблица 4 - Технологический регламент основных показателей системы машинных технологий и машин, для окашивания и удаления растительности на коллекторно-дренажных каналах

Операции	Технологические параметры
Уничтожение сорной растительности по сечению каналов	Зеленая масса растительности уничтожается до основания
Окашивание берм, откосов, дна в сечении каналов и откосов дамб	Высота среза растительности не более 7 см
Удаление скошенной растительности	Просыпание растительности на откосы не более 10 %
Сгребание растительности в валки и погрузка в транспортные средства	Потери зеленой массы не более 0,5 %
Транспортировка растительности	Зеленая масса вывозится к месту утилизации

Основной объем ремонтных работ приходится на оросительные и коллекторно-дренажных каналы и расположенные на них сооружения.

Все объекты оросительных систем, независимо от их функционального назначения, разбиваются на единицы физического измерения. Для сооружений, имеющих линейную протяженность, каналы всех видов, дамбы и дороги за нормативную единицу принимается километр длины объекта; для площадных объектов - поливное поле - гектар поверхности; для отдельных сосредоточенных сооружений - гидроузлы, перегораживающие сооружения, водовыпуски и т.д. - штуки их количества.

Если вид работы и типоразмеры сооружения являются качественными показателями при выборе типов машин и механизмов, то общий и удельный объемы работ - количественные показатели, определяющие мощность и число неведомой техники.

Объем ремонтных работ  $V_i$ , выполняемый в течение года по конкретному виду сооружения, каждого типоразмера на принятую физическую единицу измерения подсчитывался по следующему выражению:

$$V_i = q_i \cdot L_i \cdot P_i$$

$q_i$  - удельный объем ремонтно-эксплуатационных работ на единицу длины или одно сооружение типоразмера -  $i$  -,  $m^3/m$ ,  $m^3/шт$ ,  $m^2/шт$ ;  $L_i$  - общая длина или число сооружений данного типоразмера -  $i$  -,  $m$  или шт;  $P_i$  - количество ремонтов за год выполняемых по объектам типоразмера -  $i$  -, гидромелиоративной системы

Удельными объемами конкретных видов ремонтных работ называются средние значения величин их от доли общего объема, приходящегося на единицу измерения линейной протяженности или площади поверхности объекта работы. В ряде случаев они могут быть отнесены к одному сооружению определенного типоразмера. В первом случае - это объем ремонтных работ, например, по очистке каналов от наносов (в  $m^3/m$ ); во втором - объем планировки (в  $m^3/га$ ): в третьем - объем определенных видов работ, например, штукатурных (в  $m^2$ ), приходящийся на одно сооружение (водозаборный узел, мостовой переход и т.д.). В общем случае, при прочих равных условиях величины удельных объемов работ находятся в прямой зависимости от времени (продолжительности) действия (эксплуатации) сооружения. Удельные объемы ремонтных работ в процессе эксплуатации объектов оросительных систем со временем возрастают и достигают значений, после которых следует нарушение их нормального функционирования и

требуется выполнение работ по восстановлению проектных параметров сооружения путем проведения соответствующих ремонтов. В условиях реального производства работ, объемы ремонтных работ определяются на основе, проектно-изыскательских работ, выполняемых по договорам с проектными организациями, которые имеют лицензии на данный вид работы.

В общем виде, удельный объем наносов для всех типоразмеров оросительных каналов рассчитывается перемножением допустимой максимальной толщины заиления для данного типоразмера водовода на осредненную площадь поперечного сечения. Средняя площадь поперечного сечения заиления определялась по известным геометрическим формулам для симметричной трапеции. За нормативную единицу протяженности всех видов каналов принимается 1 км длины.

Тогда списочное число однородных мелиоративных или строительных машин ( $N$ ) определяется как:

$$N = V_i / \Pi_{год} \cdot T_{раб}$$

где  $V_i$  - объем  $i$ -той работы,  $\Pi_{год}$  - годовая эксплуатационная производительность машины,  $T_{раб}$  - срок производства работ, год;  $\Pi_{ср}$  - среднечасовая эксплуатационная производительность машины; коэффициент использования внутрисменного времени.

Таким образом находят годовую потребность в технике для всех видов ремонтных работ. Суммарное количество полученных расчетным путем машин одного вида и типоразмера или мощностей округляется до целого значения в сторону увеличения, составляя резерв для непредвиденных работ.

Производительность комплекта машин определяется производительностью основной (ведущей) машины.

При комплексной механизации ручным способом могут выполняться небольшие объемы работ, когда их механизация невозможна или экономически невыгодна, а также те процессы, для выполнения которых еще не созданы соответствующие машины. С охватом комплексной механизацией всех процессов будут полностью механизированы тяжелые работы, сократится ручной труд и повысится производительность труда рабочих. При автоматизации управления производственными процессами за рабочим останутся функции наблюдения за машинами и автоматическими устройствами.

#### ЛИТЕРАТУРА:

1. Рахимов Ш.Х., Муратов О.А. Совершенствование технологии окашивания коллекторно-дренажных каналов от грубостебельчатой растительности // Респ. научно-практ. конф. «Эффективное использование водных ресурсов в сельском хозяйстве и актуальные проблемы улучшения мелиоративного состояния земель». – Ташкент, 2010. – С. 275-277.

2. Муратов А.Р. Изучение затрат рабочего времени и режима работы механизированного агрегата при производстве ремонтно-строительных и строительных работ на мелиоративных системах и сооружениях с помощью фотохрометражного наблюдения. // Респ. научно-практ. конф. «Эффективное использование водных ресурсов в сельском хозяйстве и актуальные проблемы улучшения мелиоративного состояния земель». – Ташкент, 2010. – С. 192-201.

3. Рахимов Ш.Х., Муратов О.А., Муратов А.Р. (САНИИРИ) Установка ковша-косилки на одноковшовом гидравлическом экскаваторе Китайского производства // Респ. научно-практ. конф. «Эффективное использование водных ресурсов в сельском хозяйстве и актуальные проблемы улучшения мелиоративного состояния земель». – Ташкент, 2010. – С. 152-163.

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ НОРМ НА МЕХАНИЗИРОВАННЫЙ ПРОЦЕСС РАСЧЕТНО-АНАЛИТИЧЕСКИМ МЕТОДОМ

*О.А. Муратов, А.Р. Муратов*  
(НИИИВП при ТИИМ)

Нормы времени для механизированных производственных процессов проектируются по расчетной производительности машин. При установлении расчетной производительности следует различать машины циклического и непрерывного действия.

Расчетная производительность машин циклического действия определяется за 1 ч циклической работы по формуле

$$P_{pc} = N \cdot q \cdot K_1 \cdot K_2 \dots K_n \quad (1)$$

где  $P_{pc}$  - расчетная производительность машин циклического действия за 1 ч циклической работы;  $N$  - среднее число циклов за 60 мин циклической работы, установленное на основе обобщения данных хронометражных наблюдений;  $q$  - количество продукции за один цикл (ёмкость ковша);  $K_1, K_2, \dots, K_n$  - коэффициенты, устанавливаемые с учетом технической характеристики машины и показателей ее использования в нормальных производственных условиях (коэффициент наполнения ковша экскаватора, скрепера; коэффициент разрыхления грунта и т.п.).

При установлении среднего числа циклов работы машины за 60 мин необходимо исследовать длительность каждого элемента, составляющего цикл. Паспортные данные машины используются для контрольных целей. Продолжительность всего цикла работы машины определяется путем суммирования длительности каждого элемента цикла.

Расчетная производительность машин непрерывного действия определяется за 1 ч непрерывной работы по формуле

$$P_{pn} = V \cdot K_1 \cdot K_2 \dots K_n \quad (2)$$

где  $P_{pn}$  - расчетная производительность машин непрерывного действия за 1 ч непрерывной работы;  $V$  - количество продукции в натуральных показателях за 1 ч непрерывной работы под полной или обоснованно пониженной нагрузкой;  $K_1, K_2, K_n$  - коэффициенты, учитывающие влияние различных факторов на часовую производительность машины непрерывного действия.

Расчетная производительность машин непрерывного действия устанавливается путем проведения нормативных полносменных наблюдений способом фоточета с точностью записи времени 1 мин.

Нормы на оперативную работу устанавливаются в результате обработки данных нормативных наблюдений, которыми определяются затраты времени по каждому элементу и количество продукции на измеритель элемента, приходящегося на 60 чел.-мин. оперативного времени. Затем по каждому элементу устанавливаются затраты времени на единицу измерения и коэффициент перехода от измерителя элемента к измерителю продукции рабочего процесса. Синтез затрат времени на измеритель рабочего процесса получается перемножением затрат времени по элементу на коэффициент перехода, установленный для данного элемента, в результате чего определяется величина затрат времени по данному элементу, приведенная к измерителю продукции рабочего процесса. Сумма приведенных затрат по элементам составляет проектируемые затраты времени на оперативную работу.

Проектирование времени на подготовительную-заключительную работу (ПЗР) на основании данных нормативных наблюдений может привести к уменьшению их необходимой величины, так как нормировщик-исследователь при проведении наблюдения не может учесть затраты времени на ПЗР, связанные с заданием, а не со сменой (ознакомление с чертежами, получение задания, сдача работ и т.п.). Поэтому при проектировании производственных норм величину затрат времени на ПЗР следует принимать по усредненным нормативам [1]. Эти усредненные нормативы установлены в процентах от нормируемых затрат времени и учитывают затраты на смену и задание.

Проектирование затрат времени на технологические перерывы производится по фактическим данным нормативных наблюдений в процентах от нормируемых затрат. При этом

следует иметь в виду, что время этих перерывов может быть использовано для отдыха рабочих, вследствие чего размеры проектируемого времени на отдых и личные надобности могут быть уменьшены (до 5 % от нормируемых затрат времени).

Величина технологических перерывов ( $T_{ТП}$ ) проектируется в процентах от нормы времени (труда) на основании результатов анализа нормативных наблюдений. В соответствии с «Нормативами на подготовительно-заключительную работу и отдых при проектировании норм труда в строительстве», нормативная величина технологических перерывов принимается равной 10 % от нормируемых затрат. Но при наличии технологических перерывов, которые рабочие могли бы частично использовать для отдыха, эту величину уменьшают на половину величины технологических перерывов, но так, чтобы затраты на отдых и личные надобности не оказались менее 5 %.

В тех случаях, когда по имеющимся условиям рабочему не представляется возможным использовать время технологического перерыва для отдыха, то нормативы на отдых и личные надобности (при проектировании их) следует устанавливать в полном размере.

Когда звено исполнителей имеет в своем составе от двух до четырех человек, то величина технологических перерывов ( $T_{ТП}$ ) рассчитывается с предварительным анализом и исключением затрат времени, неправильно отнесенных наблюдателем к категории технологических перерывов, и как простое среднее арифметическое на единицу измерителя исчисляется по формуле:

$$T_{ТП} = \frac{t_{ТП1} + t_{ТП2} + \dots + t_{ТПn}}{n} \quad (3)$$

Расчетную величину технологических перерывов переводят в проценты от нормы времени следующим образом:

а) если применяемая величина затрат времени на эти перерывы не влияет на расчетную (имеется в виду отдых и личные надобности), включаемую в норму, или когда величина отдыха принимается в минимальном размере (5 %), то расчет производят по формуле:

$$T_{ТП} = \frac{c_{ТП}}{c_{опр} + c_{ТП}} \cdot [100 - (H_{нзр} - H_o)] \quad (4)$$

Таблица 1

Разновидности нормируемого труда	Число элементов в процессе	Максимально допустимые величины технологических перерывов, %		
		при двух исполнителях в звене	при трех исполнителях в звене	при четырех исполнителях в звене
Труд немеханизированный «полумеханизированный» при их сочетании	до 5	1	2	4
	до 10	2	3	5
	более 10	4	5	7
При одновременном применении труда: немеханизированного полумеханизированного	до 5	1,5	3	6
	до 10	5	5	8
	более 10	6	8	10

где  $T_{ТП}$  — проектная величина технологических перерывов в процентах от нормы времени;  $t_{ТП}$  — величина затрат на технологические перерывы, полученная по формуле (3);  $t_{опр}$  — затраты на оперативную работу, полученные по формуле (5);  $H_{нзр}$  — норматив на подготовительно-заключительную работу;  $H_o$  — норматив на отдых и личные надобности [2];

б) когда норматив времени на отдых и личные надобности сокращается на половину величины технологических перерывов, но остаточная величина норматива составляет более 5 %, то расчет производят по формуле:

$$T_{ТП} = \frac{c_{ТП}}{c_{опр} + 0,5c_{ТП}} \cdot [100 - (H_{нзр} - H_o)] \quad (5)$$

Полученные по формулам (4) и (5) величины технологических перерывов сравниваются с максимально допустимыми, приведенными в табл. 1.

В случае, когда расчетная величина окажется больше указанной в этой таблице, окончательная величина технологического перерыва принимается в размере, указанном в ней, а если меньше - то по расчету (см. пример).

При численности звена исполнителей в пять и более человек проектную величину технологических перерывов определяют на основе построения гармограммы независимо от величин, предусмотренных в табл. 1.

Проектирование норм времени использования машин ( $H_{вр.м}$ ) циклического или непрерывного действия на измеритель механизированного процесса осуществляют по формуле:

$$H_{вр} = \frac{1}{P_{рц}} \cdot \frac{100}{100 - (H_{рн} + H_p)} \quad (6)$$

где  $P_{рц}$  - расчетная производительность машины циклического действия за 1 час;  $H_{рн}$  - проектная величина нециклической работы машины - для машин циклического действия или время неустраняемой работы вхолостую для машин непрерывного действия, в процентах от нормируемых затрат.  $H_p$  - проектная величина регламентированных перерывов в работе машины, в процентах от нормируемых затрат.

*Пример проектирования норм расчетно-аналитическим методом* на разработку грунта I группы в отвал одноковшовым гидравлическим экскаватором зарубежного производства GLG-205С с вместимостью ковша  $0,8 \text{ м}^3$ .

**Порядок расчета:** согласно формуле (1) определяется расчетная эксплуатационная производительность экскаватора

$$P_{рц} = N \cdot q \cdot K_1 \cdot K_2 = 165,9 \cdot 0,8 \cdot 1 \cdot \frac{1}{1,1} = 120,7 \text{ м}^3/\text{ч};$$

где  $N$  - среднее число циклов за 60 мин циклической работы, установленное на основе обобщения данных хронометражных наблюдений;

$q$  - геометрическая емкость ковша;  $q = 0,8 \text{ м}^3$  [3];

$K_1$  - коэффициент наполнения ковша разрыхленным грунтом; для грунта I гр.  $K_1 = 1$ ;

$K_2$  - коэффициент использования емкости ковша; для грунта I гр.  $K_2 = 1,1$ ;

$$N = \frac{3600}{t_{ц}} = \frac{3600}{21,7} = 165,9; \quad K_2 = \frac{1}{K_p}$$

Где  $t_{ц}$  - время одного рабочего цикла, при угле поворота платформы до  $135^\circ$ , сек;  
 $t_{ц} = t_{ц}^{\text{н}} \cdot K_3$ , сек;  $t_{ц}^{\text{н}}$  - время одного рабочего цикла при угле поворота платформы до  $90^\circ$ ;  $K_3 = 1,35$  - коэффициент, учитывающий изменения продолжительности рабочего цикла из-за увеличения угла поворота платформы до  $135^\circ$ ;  $t_{ц} = 16 \cdot 1,35 = 21,7$  сек;

2. Расчет нормы машинного времени:

$$H_{вр} = \frac{1}{P_{рц}} \cdot \frac{100}{100 - (H_{рн} + H_p)} = \frac{1}{120,7} \cdot \frac{100}{100 - (5 + 20)} = 0,0111 \text{ маш.ч}$$

где  $P_{рц}$  - расчетная производительность машины за 1 час;  $P_{рп} = 20\%$  - проектная величина регламентированных перерывов в работе машины, в процентах от нормируемых затрат.  $P_{рн} = 5\%$  - проектная величина нециклической работы машины (для машин циклического действия) или время неустраняемой работы вхолостую (для машин непрерывного действия) в процентах от нормируемых затрат.

На  $100 \text{ м}^3$  грунта в плотном состоянии  $H_{вр} = 100 \cdot 0,0111 = 1,11$  маш.ч.

#### ЛИТЕРАТУРА:

1. Нормативы на подготовительно-заключительные работы и отдых при проектировании норм труда в строительстве / ВНИПИ труда в строительстве Госстроя. - М: Стройиздат, 1988. - 48 с.

2. Муратов А., Муратов О. Расчетно-аналитический метод проектирования и проверки технически обоснованных норм времени при производстве ремонтно-строительных и строительных работ на мелиоративных системах и сооружениях // Материалы Респ. научно-практ. конф. «Эффективное использование водных ресурсов в сельском хозяйстве и актуальные проблемы улучшения мелиоративного состояния земель». – Ташкент, 2010. – С. 216-235.

3. Инструкция по эксплуатации и обслуживанию гидравлического гусеничного экскаватора Liu GONG GLG-205C.

4. ГОСТ 27251-87 «Машины землеройные. Метод испытаний по определению времени перемещения рабочих органов».

5. Тст 63.09:2001, «Испытание сельскохозяйственной техники. Машины мелиоративные, осушительные и оросительные, Программы и методы испытаний».

УДК 627.157:627.824.1

## **РУСЛОВАЯ ОБСТАНОВКА р. АМУДАРЬЯ У ГОЛОВНОГО ВОДОЗАБОРА КАРШИНСКОГО МАГИСТРАЛЬНОГО КАНАЛА (КМК) И В ЗОНАХ ИНТЕНСИВНОГО РАЗМЫВА**

*Я.С. Мухамедов, О.Я. Мухамедов, И.У. Курбанов, У.Х. Арабов  
(НИИИВП при ТИИМ)*

*Development of effective measures for river course regulation on water intake sites and in heavy washout zones. On-site investigations of the Amudarya river channel condition in the area of the Kuzylayak village in the vicinity of the Karshi Main Canal head water intake and zones of heavy washout along river banks.*

*Обоснована необходимость эффективных мер по регулированию русел рек на участках водозаборов и в зонах интенсивного размыва. Выполнены натурные обследования русловой обстановки реки Амударья на территории пос. Кызылаяк в районе головного водозабора КМК и в зонах интенсивного размыва прибрежных территорий.*

*Дарёлардан сугориш каналларига сув олишида ва қиргоқ ювилиши худудларида ўзан ўзгариш холатларини тўғри йўлга қўйишида самарали бошқариш усулларни яратиш. Амударё дарёси, Карши Магистраль канали бош қисмида ҳамда Қизилоёқ пос.худудларида ўзан жараёнлари ва қиргоқ ювилиши холатлари бўйича илмий тадқиқот ишлари.*

Неустойчивое состояние русел рек, обусловленное изменчивостью водности года и другими причинами, требует применения оперативных и долгосрочных технических мер по обеспечению планового забора воды. Отход стрежня русла реки Амударьи от места водозабора затрудняет режим эксплуатации бесплотинного водозабора КМК. Из-за поступления большого количества донных и крупных фракций взвешенных наносов в головной части водозабора интенсивного размыва заиляется подводящий канал и не обеспечивается потребный расход воды для устойчивой работы насосной станции. Для улучшения режима эксплуатации головного водозабора и подводящего канала необходимо разработать оперативные временные и долгосрочные мероприятия, обеспечивающие плановый водозабор в магистральный канал.

В связи с интенсивным увеличением водозабора в крупные каналы и сброса наносов (пульпы) обратно в реку, в русле реки создается перегрузка потока наносами. В результате крупные фракции наносов осаждаются, и происходит подъём дна реки и, соответственно, уровня водной поверхности. В русле реки происходит смещение основного потока по широкой пойме. Основной поток, смещаясь то на правый, то на левый берег относительно места водозабора, образует меандрирующее русло. Происходящие при этом русловые переформирования в виде плановых и глубинных деформаций зависят от водности года. На отдельных участках рек в прибрежных зонах за счёт образования свальных течений происходит интенсивный размыв

прибрежных территорий народно-хозяйственных объектов (пос. Кызыляк и речной причал г. Термеза на р. Амударья).

Блуждание русла реки, интенсивные размывы берегов, явление «дейгиша», свал потока, подтопление прибрежных территорий оказывают негативное воздействие на русловую и экологическую обстановку.

Бесплотинный водозабор в КМК за период его эксплуатации работает в тяжелых условиях, когда основной поток р. Амударья смещается на левый берег и отходит от места головного водозабора.

Основными причинами этих затруднений являются неустойчивость русла реки на участке, прилегающей к точке водозабора, завлечение большого количества наносов в канал, недостаточности расходов и уровня воды в реке. В отдельные периоды при фронтальном подходе потока воды в головную часть водозабора в русле реки создаются неблагоприятные условия для водозабора и увеличивается поступление донных наносов в головной участок подводящего канала.

За период исследований 2012 года оценено состояние русловой обстановки р. Амударья на участке водозабора КМК интенсивного размыва прибрежной территории пос. Кызыляк за предыдущие годы.

Основное русло реки Амударьи в районе бесплотинных водозаборов блуждает по широкой пойме, изменяя свое направление то вправо, то влево и по середине широкой поймы, где ложе реки сложено из мелкозернистых песков. Основной поток Амударьи периодически образует свальное течение и способен разрушить за сутки и переложить до 30 тыс. м<sup>3</sup> грунта

В условиях зарегулированного стока, особенно, после ввода в эксплуатацию Каракумского канала (Туркменистан) и Нурекского водохранилища (Таджикистан) изменился наносный режим р. Амударья в районе бесплотинного водозабора в КМК и ощущался подъем дна, значительно увеличилась крупность влекомых наносов и их количество. На участке р. Амударья в районе Каракумского канала, в русле реки у головного водозабора, происходит также подъем дна выше одного метра.

При интенсивном водозаборе из рек в ирригационные каналы мутность потока р. Амударья в подводящие каналы распределяется непропорционально водозабору. В головную часть канала забирается значительно осветленный поток воды, что влечет за собой перегрузку речного потока ниже точки водозабора и снижению транспортирующей способности потока (до 10-15 % в паводок, 40 % в межень). В результате создаются условия для осаждения наносов в русле, повышая отметку дна реки в районе КМК (0,6-0,8 м) и интенсивного блуждания потока по широкой пойме, т.е. происходит сложный русловой процесс на участке реки с переформированием русла. Часть наносов при очистке сбрасывается в пойму реки, в результате чего происходит перегрузка наносами речного потока ниже створа водозабора, что приводит к отложению их в русле, подъему дна и интенсивному блужданию потока. Устранение и существенное ослабление этих явлений может быть достигнуто регулированием речного потока, позволяющим осуществить транзит избыточных наносов на большие расстояния, которые определяются расчетом или по результатам проведенных натурных исследований в русле реки (рис. 1).

Более 90 % стока взвешенных наносов р. Амударья проходит в вегетационный период. В створе мыса Пулизиндан наблюдается увеличение расхода взвешенных наносов до 15 % по сравнению с г/п Керки. Анализ уровня режима реки 1998 г. на участке водозабора КМК показал, что с повышением отметки дна, повышается отметка водной поверхности на 0,6-0,8 м. При одном и том же расходе ( $Q_p = 7000 \text{ м}^3/\text{с}$ ) 20-25 лет тому назад уровень водной поверхности был на 0,5 м ниже и не превышал 245,85 м, по наблюдениям 1998 г. он составил 246,28 м.

На основании натурных исследований нами установлено, что на водный и наносный режимы повлияла эксплуатация бесплотинных водозаборов ККК и КМК, а также режим работы Нурекского водохранилища.

Изучение уровня и наносного режимов в условиях зарегулированного стока, а также подъема дна и их прогнозирование подлежат дальнейшему исследованию в течение нескольких лет. А в период паводка, когда в реке протекают большие расходы воды и уровень становится достаточным, тогда отложенные наносы в пойменной части реки уносятся самим потоком за счет больших скоростей течения, и увеличивается транспортирующая способность основного потока.

Ниже головной части КМК и подводящего канала в пойме прибрежной территории необходимо предусмотреть зону отчуждения для накопления наносов. Накопление наносов необходимо производить в пределах зоны отчуждения.

Многоводный год благоприятен с точки зрения обеспечения КМК плановым забором воды, и неблагоприятен с точки зрения интенсивности поступления наносов в канал.

На основании анализа исследования бесплотинного водозабора в Каршинский магистральный канал (КМК) выявлено блуждание основного потока р. Амударья, по широкой пойме выше головной части водозабора (6 км) и ниже (4 км) происходил сложный русловой процесс.

Основное русло в период паводка и спада паводка сначала смещается от правого берега к середине поймы. Основной поток реки был направлен к точке водозабора фронтально. Здесь в русле реки создавались благоприятные условия для работы водозабора и борьбы с донными наносами и плавающим мусором. На участке р. Амударья в районе бесплотинного водозабора КМК произошли большие изменения протекания основного потока, в результате чего произошли плановые и глубинные деформации и переформирование русла. На рис. 2 и 3 приводится ситуационная план-схема р. Амударья (19.07.-09.10.2012 г) в период межени.

При спаде паводка основной поток реки полностью переместился в середину поймы. Основной поток реки ниже головной части водозабора протекал, прижимаясь к правому берегу по середине поймы. Левобережная протока, расположенная на прибрежной территории пос. Кызылаек в меженные периоды существовала до 2000 года. После русловых переформирований левобережная протока в период межени практически отмирала. При этом основное русло реки сместилось от левого берега в середину поймы в сторону правого берега.

В период межени и маловодные 2001-2003, 2006-2012 годы основное русло выше точки водозабора переместилось на левый берег, а затем в середину поймы, в результате этого обеспечение потребного расхода в головной части водозабора КМК без осуществления временных оперативных мероприятий невозможно. В результате обследования и изучения русловых процессов р. Амударья в районе бесплотинного водозабора были предложены временные мероприятия – дноуглубительные работы, осуществление прорези поперек поймы, намечена схема регулирования русла реки выше головной части водозабора, обеспечивающего плановый водозабор в КМК. На левом берегу р. Амударья ниже точки водозабора в зоне интенсивного размыва установлено современное состояние прибрежных территорий пос. Кызылаек.

Полученные результаты по мере выполнения передавались РОУзремводэксплуатации, Управлению эксплуатации Каршинского магистрального канала (КМК).

Резюмируя вышесказанное, отметим, что в текущем году собраны натурные фактические материалы по р. Амударья у головного водозабора и в зонах интенсивного размыва и проанализированы данные прошлых лет.

Обследовано и проанализировано современное состояние участка р. Амударья у головного водозабора и в зоне интенсивного размыва. Изучены особенности русловых процессов с учетом естественных условий и работы водозабора.

Установлено современное состояние русловой обстановки р. Амударья, головного водозабора КМК и зоны интенсивного размыва свальных течений. Даны предложения по обеспечению потребного расхода воды из р. Амударья в КМК и по защите прибрежных территорий от интенсивного размыва.



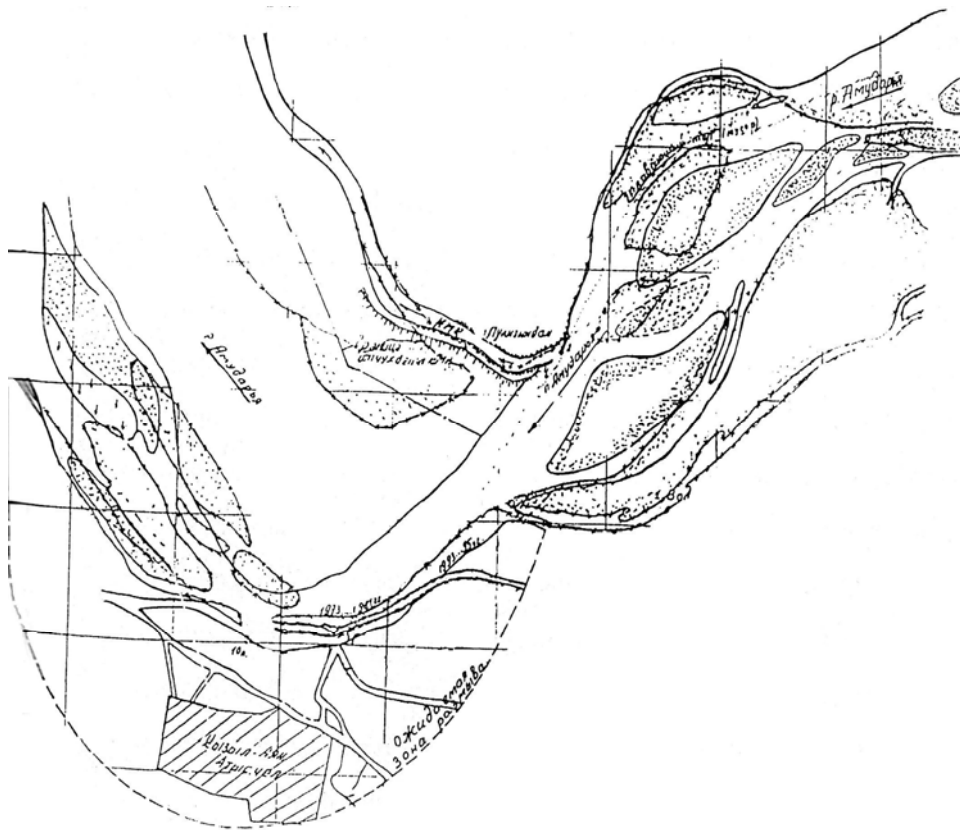


Рис. 1 - План-схема смещения основного русла р. Амударья и у головного водозабора КМК в зонах интенсивного размыва (в период межени и маловодные годы)

План-схема русловой обстановки р. Амударья в зоне бесплотинного водозабора КМК (2012 г.).

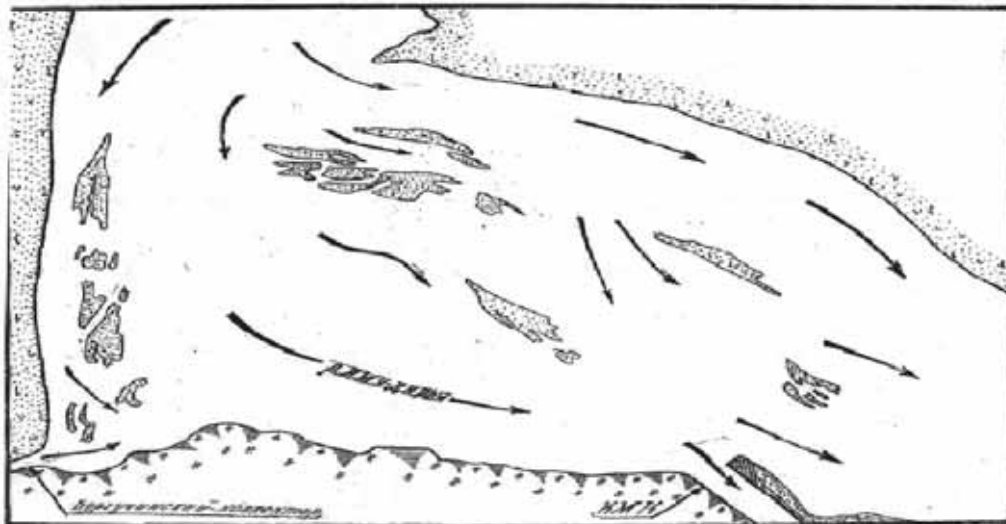


Рис 2. На 19.07.2012 уровень р. Амударья -2 45,68 м;  $Q_{реки} = 4265,7 \text{ м}^3/\text{с}$ ,  $Q_{керки} = 4080 \text{ м}^3/\text{с}$ ; НБ-6,00 м; НСагрегат -5; п/ур- 1,50 м

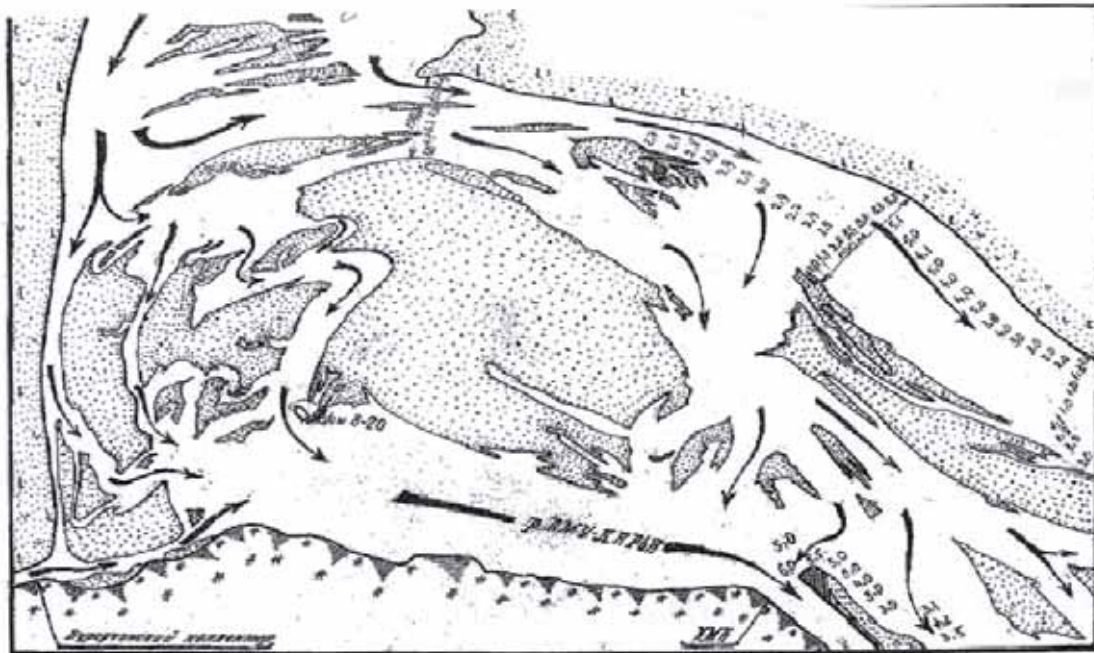


Рис. 3. На 9.10.2012; уровень р. Амударья - 244,30 м;  $Q_{реки} = 1250 \text{ м}^3/\text{с}$   
 $Q_{керки} = 1130 \text{ м}^3/\text{с}$ ; НБ-4,30 м; НСагрегат -3;  $n/ур- 1,82 \text{ м}$

#### ЛИТЕРАТУРА:

1. Мухаммедов Я.С. и др. Опыт эксплуатации прорезей, построенных на р. Амударья, и основные причины их неустойчивой работы // Материалы научно-техн. конф. «Узбекистон республикаси мелиорация ва сув хужалиги ривожланишининг замонавий муаммолари» (ТИМИ, Ташкент, 27-29 ноябрь 2008 г.) – Ташкент, 2008. - С. 145-146.
2. Мухаммедов Я.С., Мухаммедов О.Я. Регулирование русла реки Амударья при большом водоотборе из реки в ирригационные каналы // Материалы Междунар. конф. «Использование географических информационных систем и симуляционных моделей для исследования и принятия решений в бассейнах рек Центральной Азии» (Ташкент, 5-10 июля 2004 г.). – Ташкент, 2004. - С. 76-79.
3. Мухаммедов Я.С., Мухаммедов О.Я. Повышение эксплуатационной надежности бесплотинного водозабора КМК // Материалы Междунар. конф. «Использование географических информационных систем и симуляционных моделей для исследования и принятия решений в бассейнах рек Центральной Азии» (Ташкент, 5-10 июля 2004 г.). – Ташкент, 2004. - С. 79-81.
4. Мухаммедов Я.С. Проблема регулирования жидкого и твердого стока в среднем течении реки Амударья // Материалы конф. «Проблемы и пути формирования экономических взаимоотношений водного и сельского хозяйства в условиях развития рыночных реформ». – Ташкент, 2004. – С. 97-98.

УДК 556.536:627.222

## ЗАКОНОМЕРНОСТИ ДВИЖЕНИЯ ГРУНТОВЫХ МАСС ПОД ПЛОТИНОЙ

*Д.Т. Палуанов, Г.А. Бекмамадова*  
 (НИИИВП при ТИИМ)

При проектировании гидротехнических сооружений (плотин), возводимых на аллювиальных отложениях, вопрос деформации основания плотин, имеет очень большое значение. По оценкам экспертов аварии плотин во всем мире происходят, в основном, из-за перемещения и движения грунтовой массы в основании плотин. Это создает серьезную проблему для

проектировщиков и строителей. В связи с этим, исследование перемещения и движения грунтовой массы под плотиной является весьма актуальным.

#### Постановка задачи

Рассматривается плоская задача о стационарном течении грунтовой массы (смеси воды и грунта), находящейся под плотиной [1]. Над поверхностями грунта расположено водохранилище  $G_0^*$  и  $G_1^*$  со свободными поверхностями  $S_0, S_1^*$  (с соответствующими глубинами, которые равны  $H_0$  и  $H_1$ , где:  $H_0 > H_1$ , (ширина которых равна  $b$ , плотина имеет длину  $L$ , высоту  $H$ ) на свободных поверхностях  $S_0$  и  $S_1^*$ , давление атмосферное и постоянно вдоль этих поверхностей.

Вследствие напора воды в водохранилище возникает гидродинамическое давление фильтрационного потока воды в грунте. В силу тяжести плотины происходит сжатие грунтовой поверхности, которое передается по толщине вглубь грунтового слоя. Область  $G_1$  и  $G_2$  грунтовые слои с коэффициентами проницаемости  $k_1$  и  $k_2$ , где:  $k_1 > k_2$ . Грунт под плотиной деформируется и получим задачу о штампе, когда дно плотины - горизонтальная прямая (рис. 1).

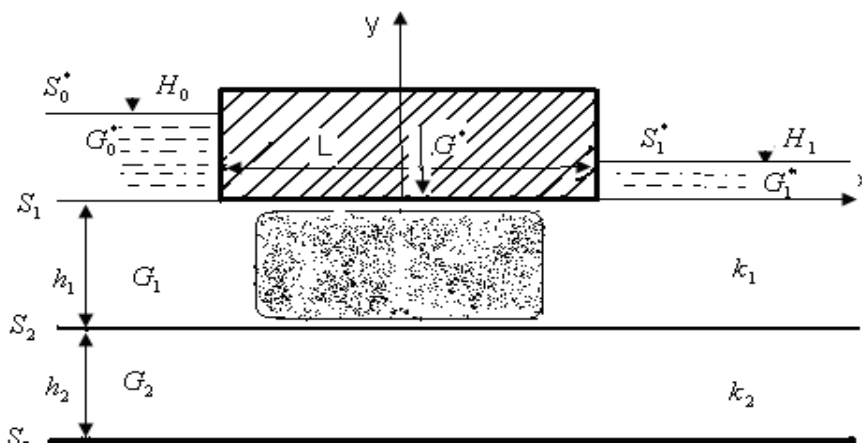


Рис. 1 - Расчетная схема движущегося слоя

$S_1$  – дно водохранилища и поверхность соприкосновения поверхности грунта. Областью течения под плотиной будут:

$G_1 - \{x \in (-\infty; \infty); y \in (-h_1; 0)\}$  с проницаемостью  $k_1$

$G_2 - \{x \in (-\infty; \infty); -(h_1 + h_2) < y < -h_1\}$  проницаемости  $k_2$ .

Вследствие давления плотины в слоях грунта происходят деформации, описываемые перемещениями частиц. Чем глубже, тем меньше будет перемещение частиц грунта. Поэтому можно считать, что перемещение частиц слоя  $G_1$  будет намного больше, чем перемещение частиц в слое  $G_2$ . Так, в области  $G_1$  будет совместное перемещение частиц грунта и частиц протекающей воды, а в области  $G_2$  практически будет лишь фильтрационный поток, дебит которого намного меньше, чем дебит воды в области  $G_1$ .

Рассматривается движение грунтовой массы в модели Рахматуллина [2], уравнение стационарного движения грунтовой массы в областях  $G_m$  ( $m = \overline{1,2}$ ) будет записано в виде:

$$\rho_n^{(m)} \left[ u_n^{(m)} \frac{\partial u_n^{(m)}}{\partial x} + g_n^{(m)} \frac{\partial g_n^{(m)}}{\partial y} \right] = -f_n^{(m)} \frac{\partial P_n}{\partial x} + f_n^{(m)} \mu_n^{(m)} \frac{\partial u_n^{(m)}}{\partial y_n^{(m)2}} + k^{(m)} (u_p^{(m)} - u_n^{(m)}) \quad (1)$$

Уравнение неразрывности (при отсутствии фазового превращения):

$$\frac{\partial (\rho_n^{(m)} u_n^{(m)})}{\partial x} + \frac{\partial (\rho_n^{(m)} g_n^{(m)})}{\partial y} = 0 \quad (2)$$

где:  $\bar{g}_n^{(m)}, u_n^{(m)}, g_n^{(m)}$  – вектор скорости и ее компоненты по горизонтальному и вертикальному направлениям  $n$ -ой фазы в  $m$ -том слое,  $n, m = \overline{(1,2)}$ ;

$f_n^{(m)}, \rho_n^{(m)}, \rho_{ni}^{(m)}$  – концентрации и приведенные истинные плотности  $n$ -ой фазы в  $m$ -ном слое потока;

$P^{(m)}$  – давление в  $m$ -ном слое потока;

$\mu_n^{(m)} = \rho_n^{(m)} \nu_n^{(m)}$  – динамический коэффициент вязкости  $n$ -ой фазы в  $m$ -ном слое;

$\nu_n^{(m)}$  – динамический коэффициент вязкости  $n$ -ой фазы в  $m$ -ном слое;

$k^{(m)}$  – коэффициент взаимодействия фаз смеси в областях  $G_1$  и  $G_2$ .

Для концентрации смеси имеем равенство:

$$f_n^{(m)} = k^{(m)} f_{ni}^{(m)} \text{ и } f_{1i}^{(m)} + f_{2i}^{(m)} = 1 \quad (3)$$

Также можно вывести выражения плотностей и вектора скорости смеси:

$$\rho_{см}^{(m)} = \rho_1^{(m)} + \rho_2^{(m)}, \quad \bar{g}_{см}^{(m)} = \frac{1}{\rho_{см}^{(m)}} [\rho_1^{(m)} \bar{g}_1^{(m)} + \rho_2^{(m)} \bar{g}_2^{(m)}] \quad (4)$$

при постоянстве истинных плотностей обеих фаз ( $\rho_{ni}^{(m)} = const$ ) и коэффициентов фильтрации  $k^{(m)}$ , из уравнения неразрывности (2) и равенства (3) имеем выражение для скоростей обеих фаз данной смеси:

$$f_1^{(m)} u_1^{(m)} + f_2^{(m)} u_2^{(m)} = A_0^{(m)}, \text{ где } A_0^{(m)} = f_{10}^{(m)} u_{10}^{(m)} + f_{20}^{(m)} u_{20}^{(m)} \quad (5)$$

отсюда находим выражение скоростей несущей фазы в виде:

$$f_1^{(m)} u_1^{(m)} = -f_2^{(m)} u_2^{(m)}; \quad f_1^{(m)} g_1^{(m)} = -f_2^{(m)} g_2^{(m)} \quad (6)$$

Здесь предположено, что  $u_{10}^{(m)} = 0, u_{20}^{(m)} = 0, g_n^{(m)} = 0$ , т.е. происходит медленное фильтрационное течение.

Слагая системы уравнения для каждой смеси получим уравнение в областях  $G_1$  и  $G_2$ , т.е. уравнение движения (1) с учетом уравнения неразрывности можно написать в виде:

$$\frac{\partial}{\partial x} [\rho_n^{(m)} (u_n^{(m)})^2] + \frac{\partial}{\partial y} [\rho_n^{(m)} u_n^{(m)} g_n^{(m)}] = -f_n^{(m)} \frac{\partial P}{\partial x} + f_n^{(m)} \mu_n^{(m)} \frac{\partial^2 u_n^{(m)}}{\partial y^2} + k^{(m)} (u_p^{(m)} - u_n^{(m)})$$

или для каждой фазы смеси в следующем виде:

$$\frac{\partial}{\partial x} [\rho_1^{(m)} (u_1^{(m)})^2] + \frac{\partial}{\partial y} [\rho_1^{(m)} u_1^{(m)} g_1^{(m)}] = -f_1^{(m)} \frac{\partial P}{\partial x} + f_1^{(m)} \mu_1^{(m)} \frac{\partial^2 u_1^{(m)}}{\partial y^2} + k^{(m)} (u_2^{(m)} - u_1^{(m)})$$

$$\frac{\partial}{\partial x} [\rho_2^{(m)} (u_2^{(m)})^2] + \frac{\partial}{\partial y} [\rho_2^{(m)} u_2^{(m)} g_2^{(m)}] = -f_2^{(m)} \frac{\partial P}{\partial x} + f_2^{(m)} \mu_2^{(m)} \frac{\partial^2 u_2^{(m)}}{\partial y^2} + k^{(m)} (u_1^{(m)} - u_2^{(m)})$$

Сложив их, получим уравнение в виде:

$$\begin{aligned} & \frac{\partial}{\partial x} [\rho_1^{(m)} (u_1^{(m)})^2 + \rho_2^{(m)} (u_2^{(m)})^2] + \frac{\partial}{\partial y} [\rho_1^{(m)} u_1^{(m)} g_1^{(m)} + \rho_2^{(m)} u_2^{(m)} g_2^{(m)}] = \\ & = -\frac{\partial P}{\partial x} + f_1^{(m)} \mu_1^{(m)} \frac{\partial^2 u_1^{(m)}}{\partial y^2} + f_2^{(m)} \mu_2^{(m)} \frac{\partial^2 u_2^{(m)}}{\partial y^2} \end{aligned} \quad (7)$$

а также, пользуясь уравнениями движения и неразрывности можно написать в виде:

$$\frac{\partial}{\partial x} [f_1^{(m)} u_1^{(m)} g_1^{(m)} + \hat{\rho}^{(m)} f_2^{(m)} u_2^{(m)} g_2^{(m)}] + \frac{\partial}{\partial y} [f_1^{(m)} g_1^{(m)2} + \hat{\rho}^{(m)} f_2^{(m)} g_2^{(m)2}] = \quad (8)$$

$$= -\frac{\partial P}{\partial y} + f_1^{(m)} \mu_1^{(m)} \frac{\partial^2 \mathcal{G}_1^{(m)}}{\partial y^2} + f_2^{(m)} \mu_2^{(m)} \frac{\partial^2 \mathcal{G}_2^{(m)}}{\partial y^2}$$

Учитывая слабую проницаемость нижнего слоя (область  $G_2$ ), т.е.  $k_1 \gg k_2$ , рассмотрим только верхний слой обозначенной области ( $G_1$ ). Как было сказано выше, верхний индекс ( $m$ ) будет отсутствовать в уравнениях (1), (2), (3), (4), (7) и (8), т.е. будем иметь:

$$\frac{\partial}{\partial x} [\rho_1 u_1^2 + \rho_2 u_2^2] + \frac{\partial}{\partial y} [\rho_1 u_1 \mathcal{G}_1 + \rho_2 u_2 \mathcal{G}_2] = -\frac{\partial P}{\partial x} + f_1 \mu_1 \frac{\partial^2 u_1}{\partial y^2} + f_2 \mu_2 \frac{\partial^2 u_2}{\partial y^2} \quad (9)$$

$$\frac{\partial}{\partial x} [\rho_1 u_1 \mathcal{G}_1 + \rho_2 u_2 \mathcal{G}_2] + \frac{\partial}{\partial y} [\rho_1 \mathcal{G}_1^2 + \rho_2 \mathcal{G}_2^2] + f_1 \mu_1 \frac{\partial^2 \mathcal{G}_1}{\partial y^2} + f_2 \mu_2 \frac{\partial^2 \mathcal{G}_2}{\partial y^2} \quad (10)$$

При этих условиях в уравнение (5) характерный коэффициент будет равен  $A_0 = 0$ , отсюда получим равенство  $\mathcal{G}_{20} = -\frac{f_{10}}{1-f_{10}} u_{20}$ :

$$\begin{aligned} \rho_1 u_1^2 + \rho_2 u_2^2 &= \rho_{1i} u_2^2 \lambda; \quad \rho_1 u_1 \mathcal{G}_1 + \rho_2 u_2 \mathcal{G}_2 = \rho_{1i} u_2 \mathcal{G}_2 \lambda; \\ \rho_1 \mathcal{G}_1^2 + \rho_2 \mathcal{G}_2^2 &= \rho_{1i} \mathcal{G}_2^2 \lambda; \quad \lambda = \frac{\rho - (\rho - 1) f_2}{1 - f_2}; \quad \rho = \frac{\rho_{2i}}{\rho_{1i}}. \end{aligned}$$

Проведем упрощения в уравнениях (9) и (10), для этого сделаем следующие преобразования:

$$\begin{aligned} \rho_1 u_1^2 + \rho_2 u_2^2 &= \rho_{1i} f_1 u_1^2 + \rho_{2i} f_2 u_2^2 = \rho_{1i} [f_1 u_1^2 + \rho f_2 u_2^2] = \rho_{1i} \left[ \frac{(f_1 u_1)^2}{f_1} + \frac{(f_2 u_2)^2}{f_2} \rho \right] = \\ &= \rho_{1i} \frac{(f_2 u_2)^2 (f_2 + \rho f_1)}{f_1 f_2} = \rho_{1i} \frac{f_2^2 u_2^2 (f_2 + \rho f_1)}{f_1 f_2}; \\ \rho_1 u_1^2 + \rho_2 u_2^2 &= \rho_{1i} \frac{f_2}{f_1} (f_2 + \rho f_1) u_2^2; \quad \rho_1 \mathcal{G}_1^2 + \rho_2 \mathcal{G}_2^2 = \rho_{1i} \frac{f_2}{f_1} (f_2 + \rho f_1) \mathcal{G}_1^2 \\ \rho_1 u_1 \mathcal{G}_1 + \rho_2 u_2 \mathcal{G}_2 &= \rho_{1i} f_1 u_1 \mathcal{G}_1 + \rho_{2i} f_2 u_2 \mathcal{G}_2 = \rho_{1i} \left[ \frac{f_1 u_1 f_1 \mathcal{G}_1}{f_1} + \rho \frac{f_2 u_2 f_2 \mathcal{G}_2}{f_2} \right] = \\ &= \rho_{1i} \left[ \frac{(-f_2 u_2)(-f_2 \mathcal{G}_2)}{f_1} + \rho \frac{f_2 u_2 f_2 \mathcal{G}_2}{f_2} \right] = \rho_{1i} \left[ \frac{f_2^2 \mathcal{G}_2 u_2}{f_1} + \rho \frac{f_2^2 u_2 \mathcal{G}_2}{f_2} \right] = \\ &= \rho_{1i} \frac{f_2^2}{f_1 f_2} \mathcal{G}_2 u_2 [f_2 + \rho f_1] = \rho_{1i} \mathcal{G}_2 u_2 f_2 \frac{(f_2 + \rho f_1)}{f_1}; \\ \rho_1 u_1 \mathcal{G}_1 + \rho_2 u_2 \mathcal{G}_2 &= \rho_{1i} u_2 \mathcal{G}_2; \quad a = \frac{f_2}{f_1} (f_2 + \rho f_1) \end{aligned} \quad (11)$$

$$\begin{cases} \rho_1 u_1^2 + \rho_2 u_2^2 = \rho_{1i} a u_2^2 \\ \rho_1 \mathcal{G}_1^2 + \rho_2 \mathcal{G}_2^2 = \rho_{1i} a \mathcal{G}_2^2 \\ \rho_1 u_1 \mathcal{G}_1 + \rho_2 u_2 \mathcal{G}_2 = \rho_{1i} u_2 \mathcal{G}_2 a \end{cases}$$

Касательное напряжение смеси определяется равенствами:

$$\begin{aligned} \tau_{xy,см} &= f_1 \mu_1 \frac{\partial u_1}{\partial y} + f_2 \mu_2 \frac{\partial u_2}{\partial y} = \mu_1 \frac{\partial^2 f_1 u_1}{\partial y^2} + \mu_2 \frac{\partial^2 f_2 u_2}{\partial y^2} = \mu_2 \frac{\partial^2 f_2 u_2}{\partial y^2} - \mu_1 \frac{\partial^2 f_2 u_2}{\partial y^2} = \\ &= \frac{\partial^2 (f_2 u_2)}{\partial y^2} (\mu_2 - \mu_1) \end{aligned} \quad (12)$$

Поставим равенство (11) в уравнении (9) и (10), решение приведено в [3,4]. Таким образом, получим уравнение для распределения скоростей второй фазы смеси:

$$\left. \begin{aligned} \frac{\partial u_2^2}{\partial x} + \frac{\partial}{\partial y}(u_2 \mathcal{G}_2) &= -\lambda \frac{\partial P}{\partial x} + b \frac{\partial^2 u_2}{\partial y^2} \\ \frac{\partial u_2 \mathcal{G}_2}{\partial x} + \frac{\partial \mathcal{G}_2^2}{\partial y} &= -\lambda \frac{\partial P}{\partial x} + b \frac{\partial^2 \mathcal{G}_2}{\partial y^2} \end{aligned} \right\}$$

Проведем интегрирование по поперечному сечению потока

$$\left. \begin{aligned} \int_0^y \frac{\partial u_2^2}{\partial x} dy + \int_0^y \frac{\partial u_2 \mathcal{G}_2}{\partial y} dy &= -\lambda \int_0^y \frac{\partial P}{\partial x} dy + b \int_0^y \frac{\partial^2 u_2}{\partial y^2} dy \\ \int_0^y \frac{\partial u_2 \mathcal{G}_2}{\partial x} dy + \int_0^y \frac{\partial u_2 \mathcal{G}_2}{\partial y} dy &= -\lambda \int_0^y \frac{\partial P}{\partial x} dy + b \int_0^y \frac{\partial^2 \mathcal{G}_2}{\partial y^2} dy \end{aligned} \right\} \quad (13)$$

имея следующие граничные условия в областях  $G_1$  и  $G_2$ .

$$\text{Если } y = 0 \quad u_1(x,0) = 0 \quad \mathcal{G}_1(x,0) = \mathcal{G}_{10}$$

$$y = -h_1 \quad u_1(x,0) = \mathcal{G}_1^{(I)}(x, -h_1) = \mathcal{G}_1^{(m)}(x, -h_1) \quad \mathcal{G}_1^{(II)}(x, -h_1 - h_2) = 0 \quad \mathcal{G}_2^{(III)}(x, -h_1 - h_2) = 0$$

Из систем уравнений (4), (5) и (6) имеем выражение скоростей первой и второй фазы через скорость частиц смеси:

$$\left. \begin{aligned} u_1 f_1 &= \frac{A_0 \rho}{\rho - 1} - \frac{(f_1 + \rho f_2)}{\rho - 1} u_{cm} \quad \mathcal{G}_1 f_1 = \frac{B_0 \rho}{\rho - 1} - \frac{f_1 + \rho f_2}{\rho - 1} \mathcal{G}_{cm} \\ u_2 f_2 &= -\frac{A_0}{\rho - 1} + \frac{f_1 + \rho f_2}{\rho - 1} u_{cm} \quad \mathcal{G}_2 f_2 = \frac{f_1 + \rho f_2}{\rho - 1} \mathcal{G}_{cm} - \frac{A_0}{\rho - 1} \end{aligned} \right\}$$

$$(u_2 f_2)^2 = \left( \frac{A_0 \rho}{\rho - 1} \right)^2 - \frac{2A_0}{\rho - 1} \frac{f_1 + \rho f_2}{\rho - 1} u_{cm} + \left( \frac{f_1 + \rho f_2}{\rho - 1} \right)^2 u_{cm}^2;$$

$$(\mathcal{G}_2 f_2)^2 = \left( \frac{A_0 \rho}{\rho - 1} \right)^2 - \frac{2A_0}{\rho - 1} \frac{f_1 + \rho f_2}{\rho - 1} \mathcal{G}_{cm} + \left( \frac{f_1 + \rho f_2}{\rho - 1} \right)^2 \mathcal{G}_{cm}^2;$$

$$u_2 f_2 \mathcal{G}_2 f_2 = \left( \frac{A_0 \rho}{\rho - 1} - \frac{f_1 + \rho f_2}{\rho - 1} u_{cm} \right) + \left( \frac{f_1 + \rho f_2}{\rho - 1} \mathcal{G}_{cm} - \frac{A_0}{\rho - 1} \right) = \frac{A_0^2 \rho}{(\rho - 1)^2} = \frac{A_0}{\rho - 1} \frac{f_1 + \rho f_2}{\rho - 1} \mathcal{G}_{cm} -$$

$$- \frac{A_0^2 \rho}{(\rho - 1)^2} - \frac{f_1 + \rho f_2}{(\rho - 1)^2} \mathcal{G}_{cm} u_{cm} - \frac{A_0}{\rho - 1} - \frac{f_1 + \rho f_2}{\rho - 1} u_{cm};$$

$$u_2 f_2 \mathcal{G}_2 f_2 = \frac{f_1 + \rho f_2}{(\rho - 1)^2};$$

$$u_2 f_2 \mathcal{G}_2 f_2 = \frac{A_0^2 \rho}{(\rho - 1)^2} + \frac{A_0 (f_1 + \rho f_2) (\rho \mathcal{G}_{cm} - u_{cm})}{\rho - 1} + \left( \frac{f_1 + \rho f_2}{\rho - 1} \right)^2 u_{cm} \mathcal{G}_{cm};$$

$$u_2 f_2 \mathcal{G}_2 f_2 = -\frac{A_0 B \rho}{(\rho - 1)^2} + \frac{A_0 (f_1 + \rho f_2) (\rho \mathcal{G}_{cm} - u_{cm})}{\rho - 1} + \left( \frac{f_1 + \rho f_2}{\rho - 1} \right)^2 u_{cm} \mathcal{G}_{cm}.$$

При  $A_0 = 0$ ,  $B_0 = 0$  имеет место равенство  $u_{10} f_{10} = -f_{20} u_{20}$

$$(u_2 f_2)^2 = \frac{(f_1 + \rho f_2)^2}{(\rho - 1)^2} u_{cm}^2, \quad (\mathcal{G}_2 f_2)^2 = \frac{(f_1 + \rho f_2)^2}{(\rho - 1)^2} \mathcal{G}_{cm}^2 \quad (14)$$

$$u_1 \mathcal{G}_1 = \frac{1}{f_1^2} (f_1 u_1) (f_1 \mathcal{G}_1) = \left( -\frac{f_1 + \rho f_2}{\rho - 1} \right) u_{cm} \left( -\frac{f_1 + \rho f_2}{\rho - 1} \right) \mathcal{G}_{cm}$$

$$u_1 \mathcal{G}_1 = \left( \frac{f_1 + \rho f_2}{\rho - 1} \right)^2 u_{cm} \mathcal{G}_{cm},$$

где равенство для начальных скоростей через скорости смеси:

$$u_{20} = \frac{1 + (\hat{\rho} - 1)^0}{f_{20}(\hat{\rho} - 1)} u_{см}, \quad g_{20} = \frac{1 + (\hat{\rho} - 1)f_{20}^0}{f_{20}(\hat{\rho} - 1)} g_{см} \quad (15)$$

$$u_{20} = \frac{1 + (\hat{\rho} - 1)f_{20}^0}{f_{20}(\hat{\rho} - 1)} u_{см} = \frac{1 + (\hat{\rho} - 1)f_{20}^0}{f_{20}(\hat{\rho} - 1)} u_{см} \quad (16)$$

Таким образом, решены задачи движения и установлены начальные скорости грунтовой массы, находящейся в основании плотины.

**Выводы.** При проектировании низконапорных плотин на аллювиальных отложениях особое внимание нужно обратить на расчеты движения грунтовой массы, образовавшейся в основании сооружений. На основе использования дифференциального уравнения движения грунтовой массы в основании разработана гидравлическая задача для оценки безопасности низконапорных плотин.

#### ЛИТЕРАТУРА:

1. Палуанов Д.Т. Установление критериев безопасности основания гидротехнических сооружений // Сб. науч. трудов, посвященный 85-летию Института САНИИРИ. – Ташкент, 2010. – С. 178-183.
2. Рахматуллин Х.А. Газовая волновая динамика. – М.: Изд. МГУ, 1962.
3. Хамидов А.А. Плоские и осесимметрические струйные течения идеальной несжимаемой жидкости. – Т.: Наука, 1978.
4. Хамидов А.А., Худайкулов С.И. Теория струй многофазной вязкой жидкости. – Т.: Фан, 2005. – 120 с.

УДК 631.62

## МИРЗАЧЎЛНИНГ ЭСКИ ХЎДУДИДАГИ СИУ ЗОВУРЛАРИНИНГ ТЕХНИК ҲОЛАТИ

*А. Саидов, Б. Аманов, Р. Рахимов, З. Джумаев*  
(ТИМИ қошидаги ИСМИТИ)

*The given information is that the assessment for deep of water table and mineralization, dynamic of soil salinity in Gulistan and Saykhunobod districts of the Mirzachul (desert) region. According to research there drainage system is enviable for using in fields, there also given next information for measurement parameters of chosen farm in field's condition, then lastly given a recommendation for improving of drainage system's working ability.*

*Мақолада Мирзачўлнинг эски хўдудидаги Гулистон ва Сайхунобод туманининг сизот сувларининг чуқурлиги ва минерализацияси, тупроқ шўрланиши динамикасининг таҳлили келтирилган ва дренаж тизимларининг ишлаш қобилияти талаб даражасида эмаслиги топилган. Дала шароитида танлаб эски хўжалик очиқ зовурларини ва тик қудуқ дренажларни махсус асбоблар билан ўлчанган параметрлари келтирилган ва баҳоланган, уларнинг ишлаш қобилиятини яхшилаш бўйича тавсиялар берилган.*

*Приведены результаты исследований динамики режима грунтовых вод, засоленности почв, установлена недостаточная работоспособность дренажных систем. Инструментальными измерениями в полевых условиях фактических параметров открытого горизонтального и вертикального дренажа оценена их работоспособность и даны рекомендации по её повышению.*

### КИРИШ

Мирзачўлнинг эски зонасида дренаж тизимлари асосан 1960-1975 йилларда қурилган бўлиб, уларнинг ишлаш қобилиятини, айниқса ҳозирги СИУ хўдудларидаги дренаж ва коллекторларни техник ҳолатини ўрганиш мақсад қилиб олинган. Дренаж тизимларининг техник

холатини ва ишлаш қобилиятини суғориладиган ерларни мелиоратив ҳолатини яхшилаш учун тадбирларни асослаш учун жуда муҳимдир.

#### **Тадқиқот объекти ва услуги**

Тадқиқот объекти. Сирдарё вилояти Гулистон ва Сайхунобод туманларидаги СИУлари, жунубий - ғарб томонида Тошкент шаҳридан 160 км узокликда жойлашган. Ернинг нишаблиги 0,0008-0,003 ташкил этади. Коллектор-зовурларни умумий узунлиги 1649,21 км ни ташкил этади. Сайхунобод туманида 49 та дренаж тик қудиғи, 26 та суғориш тик қудуқлари бор. Гулистон туманида 37 дренаж тик қудиғи, 13 та суғориш қудуқлари бор.

Тадқиқот услуги. Дала шароитида коллектор-дренажларини ва тик дренаж қудуқларнинг техник ҳолатини САНИИРИ услуги билан кўздан кечириб, ўрганиб, рўйхатга олиш. Очик коллектор-зовурларнинг лазер ускунаси билан сьёмка қилиб кўндаланг кесимларини чизиб чуқурликларини аниқлаш, тик қудуқларнинг сувини шўрланиш даражасини “ИКС-ЭКСПРЕСС Т” электрокондуктометри билан ўлчаш, қудуқ дебитларини САНИИРИнинг кўчма конус ПКР 210/100 сув сарфини ўлчайдиган ускунадан фойдаланиб ўлчаш, теестрга уланган чуқур ўлчагич ёрдамида қудуқлардаги сувнинг статик ва динамик сатҳларини чуқурлигини ўлчаш.

#### **Тадқиқот натижалари**

Ҳозирги кундаги Мирзачўлнинг эски зонасида Гулистон ва Сайхунобод туманлари хўжаликларида сизот сувлари чуқурлиги бўйича маълумотлар тўпланди. Сўнги йилларда сизот сувларининг сатхи ер устидан ёзда Гулистон туманида ўртача 1,92 м, Сайхунобод туманида 1,58 м пастда жойлашган (1-2 жадвалларда келтирилган). Бу эса, САНИИРИ тавсия этган мавсумлар бўйича сизот сувлар чуқурлигидан (X-XI ойлар учун 3-4 м, XII-II ойлар учун 1,4-1,5 м, III-V ойлар учун 2,2-2,5 м, VI-VIII ойлар учун 2,5-3,0 м) [1] баланддир.

1 жадвал - Сирдарё вилояти Гулистон ва Сайхунобод туманларининг суғориладиган ер майдонларини сизот сувларининг сатхи чуқурлиги бўйича 2009-2011 йиллар ўртача вегетация даври ҳолатига бўлган маълумот

Туман - лар	Йиллар	жами, минг.га	Майдондаги сизот сувлар сатхи, м									
			0-1		1-1,5		1,5-2		2-3		3-5	
			минг.га	%	минг.га	%	минг.га	%	минг.га	%	минг.га	%
Гулистон	2009	25,48	0,05	0,2	1,03	4,04	13,77	54,04	9,67	37,95	0,95	3,73
	2010	25,48	0,06	0,24	1,69	6,63	16,3	63,97	6,68	26,22	0,75	2,94
	2011	25,49	0,01	0,04	0,77	3,02	15,77	61,87	7,69	30,17	1,25	4,9
Сайхунобод	2009	31,7			0,96	3,03	25,56	80,63	5,13	16,18	0,05	0,16
	2010	31,7			0,97	3,06	25,54	80,57	5,19	16,37		
	2011	31,7			0,69	2,18	25,28	79,8	5,73	18,08		

Гулистон туманида июль ойларига келиб 50 % майдонларда шўрланиш 3 г/л дан юқори. 2011 йил вегетация охирига келиб ГГМЭ ни содалаштирилган услубда олинган маълумотларига кўра тупроқлари шўрланмаган майдонлар 3,37 %, кам шўрланган майдонлар 89,3 %, ўрта шўрланган майдонлар 1,85 % бўлган. Лекин УзГеодесКадастрни 2009 йилдаги аниқ тупроқ сьёмкасига кўра шўрланмаган ерлар 4,43 %, кам шўрланган ерлар 33,8 %, ўрта шўрланган ерлар 40,83 %, кучли шўрланган ерлар 5,21 % ни ташкил қилган. Маълумки охириги йилларда суғориш ва дренаж тизимларининг техник ҳолатида, экинларни агротехникасида катта ўзгаришлар бўлмаган, шунинг учун УзГеодесКадастр маълумотларини ишончли деб ҳисобласа бўлади ва кўриниб турибдики суғориладиган ерларнинг 46,04 % и ўрта ва кучли шўрлангандир. Умуман олганда тупроқларнинг шўрланиши ГГМЭ маълумотларига нисбатан 1,49 марта кўпроқдир.

Сайхунобод тумани июль ойларига келиб 30,2 % майдонларда шўрланиш 3 г/л дан юқори. 2011 йил вегетация охирига келиб ГГМЭ маълумотларига кўра тупроқлари шўрланмаган майдонлар 4,67 %, кам шўрланган майдонлар 94,78 %, ўртача шўрланган майдонлар 1,39 % бўлган. Лекин УзГеодесКадастрни 2009 йилдаги аниқ тупроқ сьёмкасига кўра шўрланмаган ерлар 23,35 %, кам шўрланган ерлар 36,41 %, кучли шўрланган ерлар 1,69 % ни ташкил қилган. Шундай қилиб ўрта ва кучли шўрланган ерлар 40 % га яқин, умуман олганда тупроқларнинг шўрланиши ГГМЭ маълумотларига нисбатан 1,16 марта кўпроқдир. Юқорида келтирилган маълумотлардан келиб чиқаяптики ҳозирги даврда ўрганилган туманлар бўйича сизот сувлари ер устига меъеридан яқин, катта майдонларда сизот сувлари минерилазатцияси қоникарсиз, ўрта ва кучли шўрланган ерлар ҳам катта майдонни ташкил қилади.



2 жадвал - Сирдарё вилояти Гулистон ва Сайхунобод туманларини сизот сувлари чуқурлигининг ойма-ойига ўзгариши

Туманлар	Йиллар	Ойлар. Сизот сувлари чуқурлиги, см.											
		январь	февраль	март	апрель	май	июнь	июль	август	сентябрь	октябрь	ноябрь	декабрь
Гулистон	2008	228	231	212	206	205	213	213	219	226	218	204	209
	2009	195	205	215	209	198	202	206	203	205	210	208	205
	2010	204	198	193	190	195	196	191	189	203	211	204	204
	2011	209	202	200	189	191	193	199	192	201	210	206	205
Сайхунобод	2008	172	176	178	177	172	176	184	198	192	183	185	180
	2009	171	168	178	184	183	180	175	168	174	180	173	167
	2010	160	160	162	171	164	168	167	162	171	177	168	163
	2011	168	167	173	170	162	163	167	158	164	177	168	167

3 жадвал - ГГМЭ маълумотиغا кўра Гулистон туманидаги тадқиқот олиб борилган СИУлардаги хўжаликлараро ва хўжалик ички зовурларнинг 2011 йил учун техник ҳолати.

Хўжаликлар номи	Хўжаликлараро зовур, км	Техник ҳолати				Хўжалик ички зовур, км	Техник ҳолати			
		қониқарли, км	%	қониқарсиз, км	%		қониқарли, км	%	қониқарсиз, км	%
Ўзбекистон	10,82	-	-	10,82	100	11,18	-	-	11,18	100
А. Носиров	21,03	3,52	16,74	17,51	83,26	23,68	-	-	23,68	100
Х. Олимжон	29,78	29,78	100	-	-	36,64	36,64	100	-	-
Жами	61,63	33,3	54,03	28,33	45,97	71,5	36,64	51,24	34,86	48,76

Кўрсатилганлар эса қишлоқ хўжалик экинларини ҳосилдорлигини ошмаслигига, сув ресурсларидан оқилона фойдаланмаслик асосий сабаблардандир. Ўз навбатида сизот сувларини ер устига яқин жойлашганининг асосий сабаблари дренаж тизимларини ишлаш қобиляти талаб даражасида эмас. Гулистон ва Сайхунобод туманларининг хўжаликлараро (45,97-56,9 % қониқарсиз) ва хўжалик ички (48,76-41,18 % қониқарсиз) зовурларнинг 2011 йилдаги техник ҳолати 3-4 жадвалларда келтирилган.

ГГМЭ маълумотларидан хўжалик ички коллектор зовурларининг чуқурликлари, улардан керакли параметрларини билишга имкон йўқлиги туфайли Гулистон ва Сайхунобод туманларидан хўжалик ички зовурларидан танлаб, текшурув олиб бордик.

4 жадвал - ГГМЭ маълумотиغا кўра Сайхунобод туманидаги тадқиқот олиб борилган СИУлардаги хўжаликлараро ва хўжалик ички зовурларнинг 2011- йил учун техник ҳолати

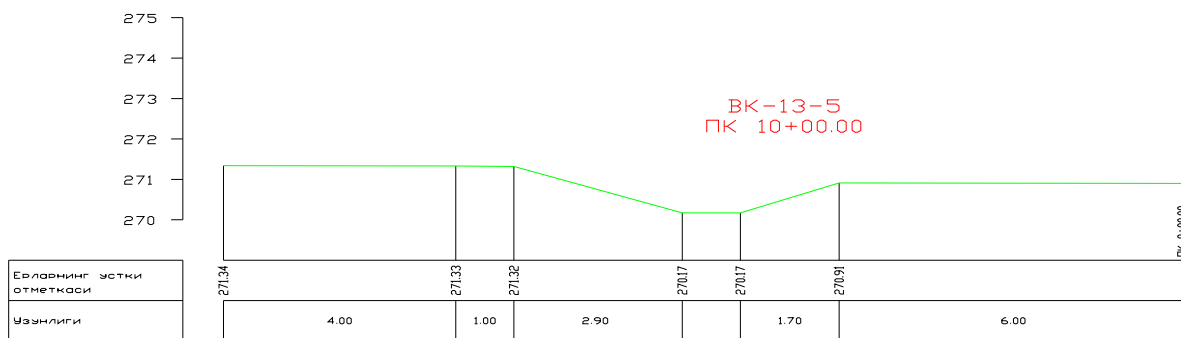
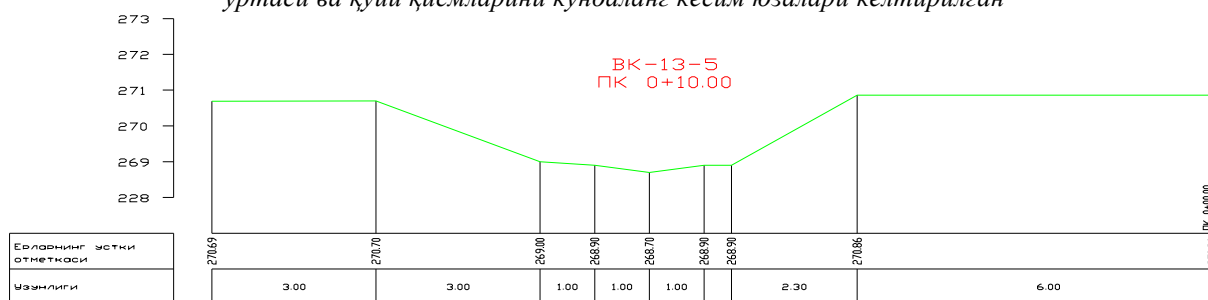
Хўжаликлар номи	Хўжаликлараро зовур, км	Техник ҳолати				Хўжалик ички зовур, км	Техник ҳолати			
		қониқарли, км	%	қониқарсиз, км	%		қониқарли, км	%	қониқарсиз, км	%
Бустон	13	5,1	39,23	7,9	60,77	31,66	13,74	43,40	17,92	56,6
Ўзбекистон	3,2	1,2	37,50	2	62,5	50,79	22,19	43,69	23,6	46,47
Шўрузак	14,66	7	47,75	7,66	52,25	76,55	52,6	68,71	23,95	31,29
	30,86	13,3	43,10	17,56	56,9	159	88,53	55,68	65,47	41,18

Гулистон ва Сайхунобод туманларидаги “А. Носиров”, “Ўзбекистон”, “Х. Олимжон”, “Шўрузак” СИУларидаги зовурлардан 8 тасини танлаб, уларнинг 5 тасини ҳар биттасидан бошидан, ўртасидан, қуйи қисмидан лазер ускунаси ёрдамида кўндаланг кесим юзалари ўлчанди. Улардан Гулистон туманидаги “А. Носиров” СИУсидаги хўжалик ички ВКУз-5-1 зовури,

Сайхунобод туманидаги “Шўрузак” СИУсидаги ВК-13-5 зовури, Гулистон тумани “Ўзбекистон” СИУсидаги ГПК-3-2-2 зовури, Гулистон тумани “Х Олимжон” СИУсидаги ВШ-11-8 Сайхунобод тумани “Ўзбекистон” СИУсидаги ВШ-22-2 зовурларини лазер ускунаси билан кўндаланг кесим юзаси ўлчанди.

Текширув олиб борилган зовурларнинг техник ҳолати талаб даражасида эмас. Зовурларнинг чуқурлиги минимум 0,52 метрдан, максимум 2,16 м гача (дала сатҳига нисбатан олганда). Бундан ташқари зовурларнинг ўнг ва чап қирғоқларида техника ишлаши учун жойлар қолдирилмаган. Кўрсатилган зовурда дренаж сувларини оқиб чиқиб кетиши талаб даражасида эмас, сабаби зовурларни қамиш ва бошқа ўтлар ўсиб кетган. Буни қуйидаги расмлардан кўришимиз мумкин (1-расм А ва Б).

1 чизма - Сайхунобод туманидаги “Шўрузак” СИУсидаги хўжалик ички ВК-13-5 зовурини боши, ўртаси ва қуйи қисмларини кўндаланг кесим юзалари келтирилган



Тик қудуқларнинг керакли параметрларини, техник ҳолатларини амалда билиш мақсадида, Гулистон ва Сайхунобод туманларида тик дренаж қудуқлари 9 тасини танлаб техник ҳолатини текширдик. Сайхунобод туманидаги “Шўрузак” СИУсида 6М (эски номи 98), “Бирлашган” СИУсида 08-03 24МК (эски номи 68), “А. Темур” СИУсида 08-03 20МК (эски номи 250), 08-03 21МК (эски номи 249), “Т. Ғуломов” СИУсида 08-03 40МК (эски номи 289), ва Гулистон туманидаги “А.Навой” СИУсида 08-04 2МК (эски номи 175), “Янги-хаёт” СИУсида 08-04 7МК (эски номи 99), “У. Носир” СИУсида 08-04 8МК (эски номи 342), “М. Улуғбек” СИУсида 08-04 18МК (эски номи 18) тик дренаж қудуқларини техник ҳолати текшириб чиқилди. Текшурув вақтида тик қудуқларнинг асосан ёшлари, дебити, келтирилган дебитлари кўриб чиқилди (5-жадвал).

а



Сайхунобод тумани  
“Ўзбекистон” СИУ ВШ-22-2 зовури

б



Гулистон тумани “А Носиров”  
СИУ ГПК-3-2-2 зовури

1 расм - Гулистон ва Сайхунобод туманларидаги коллектор-зовурлари

Текшириш натижасида тик қудуқларнинг ташқи кўринишига кўп эътибор берилаётгани таъкидлаб ўтишимиз мумкин. Сув чиқариш қобилияти ўзини сарфлаган электр энергияни қопламайди. Шу ерлардаги собиқ “Ўзбекистон 50 йиллиги” колхозини ҳудудидида тик дренаж қудуқлар дебити 100-150 л/с, келтирилган дебити 8-15 л/с/м, қудуқнинг иш коэффициентини 0,65-0,7 (ҳозирги даврда 0,12-0,2) бўлган [2]. Юқоридаги тик дренаж қудуқларининг техник ҳолатини кўздан кечириб чиққанимизда биринчи навбатда уларнинг эксплуатация муддатининг тугаганлиги, дебитини жуда пасайиб кетганлиги, қолаверса кўзланган мақсадни, яъни самарани бермаётганлигини яққол кўришимиз мумкин.

А



Сайхунобод тумани Ўзбекистон СИУ сидаги 08-03  
18 МК тик дренаж қудуғи.

Б



Гулистон тумани “А. Навоий” СИУсидаги 08-04  
2 МК тик дренаж қудуғи

2 расм - Гулистон ва Сайхунобод туманларидаги тик дренаж қудуқлари

5 жадвал - Тик дренаж қудуқларини техник ҳолатини текшириш

Қудуқ рақами №/№	Ишга туширилган йили	Сув сатҳини динамик пасайиши, м	Дебит, л/с	Келтирилган дебит, л/с/м	Задвижка	Динамик сатҳни ўлчаш учун пьезометр мавжудлиги	Қудуқдан сув қабул қилувчи коллекторнинг ҳолати (ўт босиши, тўлдирилиши ва бошқалар)	Қудуқ сарфини ўлчовчи асбобларнинг имконияти	Тортиб олинган сувнинг суғоришга бериш имконияти
08-04 18МК (18)	1968	5,4	17	3,1	РУ-10	йўқ	Ўт босган	йўқ	йўқ
08-03 18МК (182)	1978	1,8	2,2	1,2	РУ-10	йўқ	Ўт босган	йўқ	бор
08-04 6М (98) (6)	1969	5,5	18	3,3	РУ-10	йўқ	Ўт босган	йўқ	бор
08-04 2МК (175)	1974	11	16	1,5	РУ-10	бор тикилиб қолган	Ўт босган	йўқ	бор
08-04 7МК (99)	1963	10,5	22	2,1	РУ-10	йўқ	Ўт босган	йўқ	бор
08-03-40 (289)	1983	8,3	50	6,0	РУ-10	ишламайди	Ўт босган	йўқ	бор
08-03-24МК (68)	1978	5,7	15	2,6	ишламайди	йўқ	Ўт босган	йўқ	йўқ
08-03-20МК (250)	1978	8,3	20	2,4	РУ-10	йўқ	Ўт босган	йўқ	бор
СКВ-3	2012	7,8	41	5,3	РУ-10	бор ишлайди	Ўт босган	бор	йўқ
08-03-21МК (249)	1978	5,9	22	3,7	ишламайди	йўқ	Ўт босган	йўқ	бор

### **Хулоса**

Ҳозирги даврда ўрганилган туманларда сизот сувларини сатҳи вегетация даврида ўртача 1,5-2,0 метрда жойлашиб, минерализацияси 30-50 % майдонларда 3 г/л дан юқори, тупрокнинг шўрланиши эса 40-46 % майдонларда ўрта ва кучли даражададир. Бундай қониқарсиз аҳволнинг асосий сабабларидан бири дренаж тизимларининг ишлаш қобилияти талаб даражасида эмаслигидир.

ГГМЭ маълумоти бўйича хўжаликлараро коллекторларнинг 46-57 фоизи, СИУ лар худудидаги коллектор-дренажларни 41-49 фоизи қониқарсиз аҳволда. Текширув олиб борилган зовурларнинг техник ҳолати талаб даражасида эмас. Зовурларнинг чуқурлиги 0,52 метрдан 2,16 метргача, дала юзасига нисбатан олганда. Кўрсатилган зовурда дренаж сувларини оқиб чиқиб кетиши талаб даражасида эмас, сабаби зовурларни қамиш ва бошқа ўтлар ўсиб кетганлиги.

Текширилган 10 та тик дренаж кудуклардан 8 таси 1966-1978 йилгача қурилган бўлиб, биттаси 1983 ва биттаси 2012 йилда қурилган, катта қисмининг ишлаш муддати тугаган. Уларнинг дебитлари бир неча марта ва келтирилган дебитлари икки баробардан ошиқ пасайгандир. Сайхунобод туманида илгари қурилган 59 та тик кудукдан ҳозирги кунда 49 таси мавжуддир, Гулистон туманида эса 94 тадан 37 таси қолган [3]. Кудукларнинг ишлаш коэффиценти лойиҳа бўйича 0,6-0,7 ўрнига 0,12-0,2 ни ташкил қилади.

Кўрсатиб ўтилган шароитда ерларнинг мелиоратив ҳолатини яхшилашни, экинларнинг ҳосилдорлигини оширишни ва сув ресурсларидан оқилона фойдаланиш учун дренаж тизимларини, айниқса тик дренаж кудуклар тизимини ишлаш қобилиятини яхшилаш энг долзарб масалалардан бири.

### **АДАБИЁТЛАР:**

1. Якубов Х.И. Мелиорация засоленных земель на фоне вертикального дренажа. – Ташкент: Мехнат, 1990. – 76 с.
2. Икрамов Р.К. Принципы управления водно-солевым режимом орошаемых земель Средней Азии в условиях дефицита водных ресурсов. – Ташкент, 2001.
3. Рекомендации по режиму откачек из систем скважин вертикального дренажа Сырдарьинской области. – Ташкент, 1978.

УДК 626.862.4

## **О СХЕМЕ РАЗМЕЩЕНИЯ ДРЕНАЖЕЙ ВЕРТИКАЛЬНОГО ТИПА ПРИ ПОДТОПЛЕНИИ ЗЕМЕЛЬ НАСЕЛЕННЫХ ПУНКТОВ В УСЛОВИЯХ ПОДПОРА ПОДЗЕМНЫХ ВОД**

**Б.К. Салиев**  
(НИИИВП при ТИИМ)

*This article makes the review for the purpose of determining the stable infiltration recharge parameters, analyses the equation of moisture transfer and groundwater lowering by means of the drainage well with forced water pumping.*

*Analytical formulae are given for approximate calculation of the drainage axis installation between the supply source and the area protected from flooding.*

*В статье приводится определение параметров стационарного инфильтрационного питания, проанализированы уравнение влагопереноса и понижения УГВ с помощью дренажного колодца с принудительной откачкой воды.*

*Приводятся аналитические формулы для приближенного расчета для размещения оси дренажа между источником питания и территорией, защищаемой от подтопления.*

### **Введение**

Наличие напорных вод существенно снижает эффективность дренажных сооружений, заложенных в верхнем горизонте и в большинстве случаев вызывает необходимость

искусственного снижения напоров в нижележащем слое [1]. А.Ж. Муфтаховым [2], Г.М. Коммунаром [3], Е.М. Семеновым и др. [4] рассмотрена методика расчета перехватывающего колодца, вскрывающего верхний слой трехслойного водоносного горизонта, основанная на гидродинамической теории и методе конечных разностей при подпорном режиме фильтрации. При этом, нами использованы допущения, что в пределах слабопроницаемого слоя (рис 1, слой 2), для которого удовлетворяют условия  $K_2 \ll K_1$ , фильтрация происходит только в вертикальном направлении, а в нижележащем слое (рис. 1, слой 3) напор подземных вод при работе дренажа остается неизменным  $H=H_0=\text{const}$  (рис. 1).

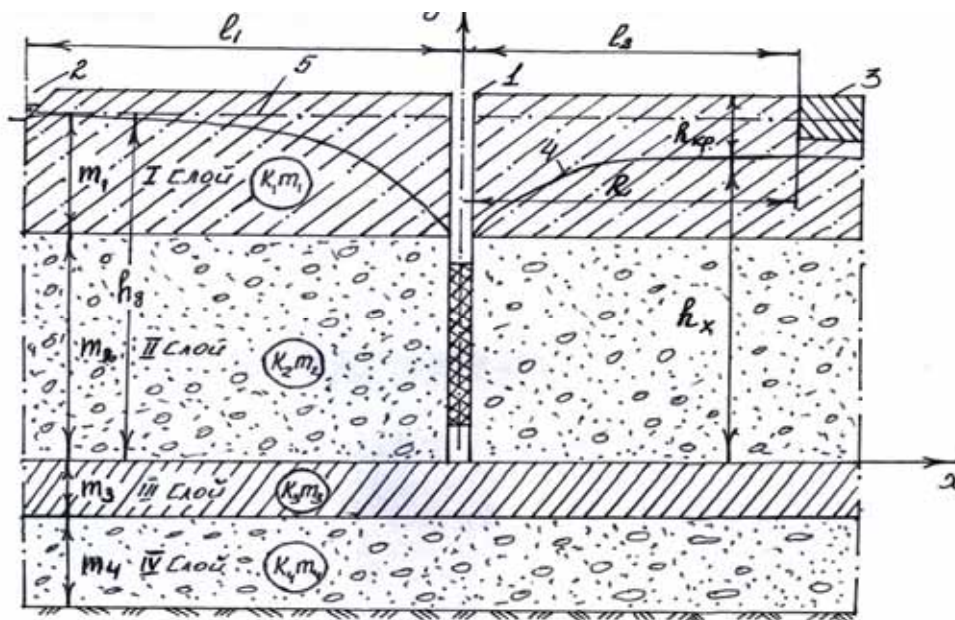


Рис. 1 - Схема модели перехватывающего вертикального совершенного колодца в трехслойном пласте

В схеме: 1 – дренажный колодец или скважина вертикального дренажа (СВД);

2 – граничный открытый дренаж орошаемой территории; 3 – защищаемая застроенная территория; 4 – депрессионная поверхность при работе дренажа; 5- бытовой уровень грунтовых вод (УГВ).

В разрезе: I – верхний обводненный слой; II – нижний водопроницаемый слой;

III – слабопроницаемый разделяющий слой; IV- водоносный слой с напорными водами.

$K_1$ ,  $K_2$  и  $K_3$  – коэффициенты фильтрации осушаемого, нижнего водопроницаемого и слабопроницаемого водоносного горизонта.

При работе дренажа устанавливается стационарный характер инфильтрации. Вместе с инфильтрацией происходит испарение, т.е. часть воды в зоне аэрации испаряется и расходуется на питание растения (эвапотранспирацию). Вследствие этого на УГВ поступает дополнительное питание  $\mathcal{E}$  с нижних горизонтов при работе дренажного колодца:

$$\mathcal{E}_1 = \alpha \cdot q_1 .$$

Причем, при близком расположении УГВ происходит испарение в дневное время с интенсивностью  $\mathcal{E}_2$  и конденсация ночью и утром с интенсивностью  $\mathcal{E}_3$  .

Осредненный расход на единицу площади равен модулю питания грунтовых вод через их зеркало:

$$\mathcal{E}_0 = \mathcal{E}_1 - \mathcal{E}_2 + \mathcal{E}_3$$

При  $\mathcal{E}_0 > 0$  УГВ повышается, а при  $\mathcal{E}_0 < 0$  понижается.

Кроме потерь воды из орошаемых земель, в пределах населенных пунктов под влиянием утечек поливных, коммунально-бытовых и производственных вод на естественную инфильтрацию

накладывается техногенная инфильтрация с модулем питания  $\varepsilon_T$ , а при наличии напорных подземных вод с модулем питания  $\varepsilon_W$ . Тогда, общий модуль инфильтрации становится равным:

$$\varepsilon = \varepsilon_0 + \varepsilon_T + \varepsilon_W$$

Принимая  $\varepsilon_0 = \varepsilon_T = 0$ , имеем дополнительное питание от напорных вод, которое описывается выражением:

$$\varepsilon_W = -\frac{K_3}{m_3}(h - H_0),$$

где:  $K_3$  - коэффициент фильтрации слабопроницаемого водоупорного (разделяющего) горизонта;  $m_3$  - мощность водоупорного слоя;  $h$  и  $H$  - напоры в осушаемом 1 и 2 и нижележащем 4 напорном горизонтах;

При работе дренажного колодца устанавливается режим инфильтрации стационарного характера, который описывается уравнением Бусинеску:

$$K\left(\frac{\partial}{\partial x}\left(\bar{h}\frac{\partial h}{\partial x}\right)\right) + \varepsilon_w = \mu\frac{\partial h}{\partial t}, \quad (1)$$

где:  $\varepsilon_0 = \varepsilon_1 - \varepsilon_2 + \varepsilon_3$  - интенсивность инфильтрации;  $\varepsilon_T = f(x, h, t)$  - интенсивность испарения;  $\varepsilon_W$  - интенсивность питания из напорных вод.

$\bar{q} = \frac{q}{R_2}$ ;  $q$  - расход стационарного фильтрационного потока, равной сумме интенсивности;

$\mu$  - коэффициент насыщения или водоотдачи.

### Материалы исследований и их обсуждение

Уравнение (1) является нелинейным, поэтому решение его может быть получено только численным методом. Поэтому производим его линеаризацию по второму способу Н.П. Бусленко [5], тогда вместо (1) получим:

$$U'' - \lambda^2 \bar{U} + (\alpha H + \bar{q}) = 0, \quad U=0,5h^2, \quad (2)$$

$$\lambda = \frac{2K_3}{Km_3 h_{cp}}, \quad (3)$$

где:  $\lambda$  - параметр перетекания напорных вод;

$h_{cp}$  - средняя мощность второго слоя (рис. 1).

Разделим область фильтрации, представленную на рис. 1 на две зоны, учитывая:

$0 < x < \infty$ ; а от нулевой оси «У»,  $X < 0$  левая,  $X > 0$  правая зона.

Тогда граничные условия в этих зонах описываются в виде:

а) для левой зоны:

$$\left\{ \begin{array}{l} x = 0; h \Big|_{x=0} = h_0 \\ -x = l_1; h = h \Big|_{x=0} \\ = h_g (R_1 l_1) \end{array} \right. \quad (4)$$

б) для правой зоны:

$$\begin{cases} x=0; h=h|_{x=0} = h_G \\ x=\infty; h=h|_{x=0} = h_g(R_2 l_2) \end{cases} \quad (5)$$

Очевидно, что плоская задача о самотеке к скважине сводится к интегрированию уравнения (2) при начальных условиях  $z = h_0$  при  $t=0$  (4) после того, как будет установлена функция расхода при горизонтальной поверхности водоупора:

$$q = q_c(t), \quad (6)$$

Для определения расхода  $q$  необходимо знать глубину потока ( $h_1$  и  $h_2$ ) в двух вертикальных его сечениях, расположенных на расстоянии друг от друга  $L = l_1 + l_2$ .

По приближенной гидравлической теории Дюпюи–Форгеймера, расход  $q$  стационарного фильтрационного потока применительно к рис. 1 выражается зависимостью:

$$q_1 = \frac{K(h_g^2 - h_0^2)}{2(l_1 - x)}, \quad 0 < x < L, \quad (7)$$

где:  $q_1$  – расход грунтовой воды, поступающий в колодец из орошаемых земель;  
 $k$  – коэффициент фильтрации;  $h_q$  – напор на контуре питания левой зоны;  
 $l_1$  – расстояние от центра колодца до контура питания.

Учитывая, что в уравнение (6)  $q_c = q_c(t)$ ,  $h = h(x, t)$ , и разрешая его относительно  $h$  получим, в соответствии с принятым выше допущением, приближенное уравнение свободной поверхности при нестационарном притоке к скважине примет вид:

$$h = \sqrt{h_g^2 - \frac{2q_c}{K}(l_1 - x)}, \quad (8)$$

В уравнение (7), как в уравнение (2) входит известная функция  $q_c = q_c(t)$ .

При реализации метода остается открытым вопрос выбора первого приближения  $q_{c1} = q_{c1}(t)$ . Представляется естественным воспользоваться для этой цели также уравнением Дюпюи (7), заменив в нем  $X=0$  соответственно на  $h = h(t)$ :

$$q_{c1} = \frac{K_{ep}(h_g^2 - h_0^2)}{2(l_2 - h_0)}, \quad (9)$$

В принципе этот процесс можно продолжать неограниченно, подставляя в уравнение (6) последовательно  $q_{c1}$ ,  $q_{c2}$  и каждый раз заново интегрируя его при начальных условиях (7), будем получать соответствующие приближения для закона водопонижения в колодце  $h = f(t)$ .

Если учитывается сопротивление прифильтровой зоны колодца, то имеем уровень подземных вод у стенки колодца:

$$h_z = h_0 + \Delta h, \text{ м} \quad (10)$$

где:  $h_0$  – положение динамического уровня воды в колодце, м;  
 $\Delta h$  – потери напора в прифильтровой зоне дренажного колодца, м.

Отыскание дальнейших приближений из-за чрезвычайной громоздкости расчетов и получаемых результатов теряет смысл. Поэтому, полученные путем натурального эксперимента и смоделированные автором численные результаты показывает их удовлетворительную сходимость. Однако при двустороннем несимметричном притоке к колодцу формулы (8-10) остаются в силе только для левой зоны (рис. 1).

Для правой зоны контур питания удален от колодца на расстояние  $L = \infty$ , тогда в указанных формулах следует заменить  $L = l_2 - R$ , где  $R$  – радиус влияния колодца в случае  $h_z = 0$  или  $h_z = h_0$  и при дальности действия защитного дренажа  $l_2 > l_1$ .

Как отмечено выше, что при входе к колодцу  $K = K_f$  кривая депрессии при стационарном притоке к водозаборному сооружению на границе гравийного фильтра и грунта будет испытывать преломление из-за потери напора в прифильтровой зоне.



Для этого случая, согласно формуле Дюпюи (7) можно записать:

$$q = \frac{K_2(h_n^2 - h_a^2)}{2(R - r_c)}, \quad (11)$$

С обеих сторон поступления расхода воды в колодец:

$$q = \frac{K_2(h_n^2 - h_0^2)}{2r_c}, \quad (12)$$

Исключив из последних двух равенств  $h_{z1}$ , получим:

$$q = \frac{K_1 K_2}{2} \frac{h_n^2 - h_a^2}{K_2 r_c + K_\phi (R - r_c)}, \quad (13)$$

Разделив и умножив правую часть (13) на R, можно привести ее к виду формулы Дюпюи, если ввести обозначение:

$$K_{пр} \frac{K_1 K_2 R}{K_1 r_c + K_2 (R - r_c)}, \quad (14)$$

Теоретический анализ и практические результаты показывают, что расход двуслойной системы при закупоренном фильтре скважины и стационарном режиме фильтрации не изменяется. Если вместо кривой депрессии со «скачком» на границе прифильтровой зоны, изображенной на рис. 2, рассматривать кривую, определяемую из уравнения Дюпюи (14) после замены  $K = K_{пр}$ , можно вычислить приведенный коэффициент фильтрации  $K_{пр}$ .

Отсюда вытекает возможность организовать тот же итерационный процесс для решения задачи защиты от затопления подвальных помещений при  $K_1 \neq K_2$ , что и в случае фильтрация из открытого водотока к траншее. Тем самым решение задачи сводится к определению расстояния установки линии дренажа для достижения критической глубины ( $h_{кр}$ ) УГВ, чтобы сохранить подвальные помещения от затопления.

### Результаты исследований

Рассмотрим односторонний приток грунтовых вод к достаточно большому по диаметру колодцу при неизменном уровне в нем.

Неизменность уровня обеспечивается работой насоса, путем откачки из колодца с постоянным расходом. Пусть в некоторый момент времени  $t=0$  дренаж отключается, и колодец начинает затапливаться. Приравнявая приток грунтовых вод (на единицу площади) к имеющемуся количеству воды в колодце за время  $dt$ , получим дифференциальное уравнение:

$$\frac{dh}{dt} = \frac{q_c}{d_k} \quad (15)$$

Дальность действия дренажа в трехслойном пласте ( $\lambda \neq 0$ )  $l_w$  по сравнению с однослойным ( $\lambda = 0$ )  $l_w$  может быть больше или меньше в зависимости от напора воды в нижнем слое  $H_m$ . Если  $H_m$  больше  $h$ , то уравнение имеет вид:

$$\frac{l_w}{l_w} = \sqrt{\frac{\bar{\varepsilon}}{\bar{\varepsilon} - \lambda^2 (q_e - q_{cp})}} \quad (16)$$

Для притока воды в дренажный колодец получаются, соответственно, уравнения (6-7), при малых значениях перетока вместо (6) можно записать:

$$q = q^* + q \lambda, \quad (17)$$

$$\text{где, } q^* = K \frac{q_k - q\partial}{l_1} + \sigma(l_1 + l_2), \quad (18)$$

Из формулы (18) получим упрощенную формулу притока к колодцу с большим диаметром:

$$q\lambda = \frac{2\pi \cdot K_2 m_2}{R_{\text{др}} l_n}, \quad (19)$$

Из формулы видно, что при наличии перетока в дрена больше на величину  $q$ , которая зависит от факторов, определяющих процесс фильтрации, на снижение УГВ и величину притока воды в дренаж оказывают существенное влияние как параметр перетока, так и напор нижнего слоя  $H$ . Независимо от значения  $\lambda$ , если  $H > h_{\text{ср}}$ , то депрессионная поверхность располагается выше, чем при отсутствии перетока, причем имеет место обратный процесс. Это состояние иллюстрируется на рис. 2, на котором приведены кривые депрессии (в безразмерных величинах) при работе совершенного дренажного колодца.

Приняты следующие значения параметров:

$K_{\text{др}}/K_1=10^{-1}$ ;  $\omega/K_1=10^{-2}$ ;  $H/h_e=1$  и  $0$ ;  
 $h_{\text{др}}/h_e = 0,3$ ;  $h_{\text{ср}}/h_e=0,6$ ;  $m_3/h_e=0,5$ , как с учетом связи с нижележащим напорным слоем (кривые 1 и 3), так и без учета (кривая 2).

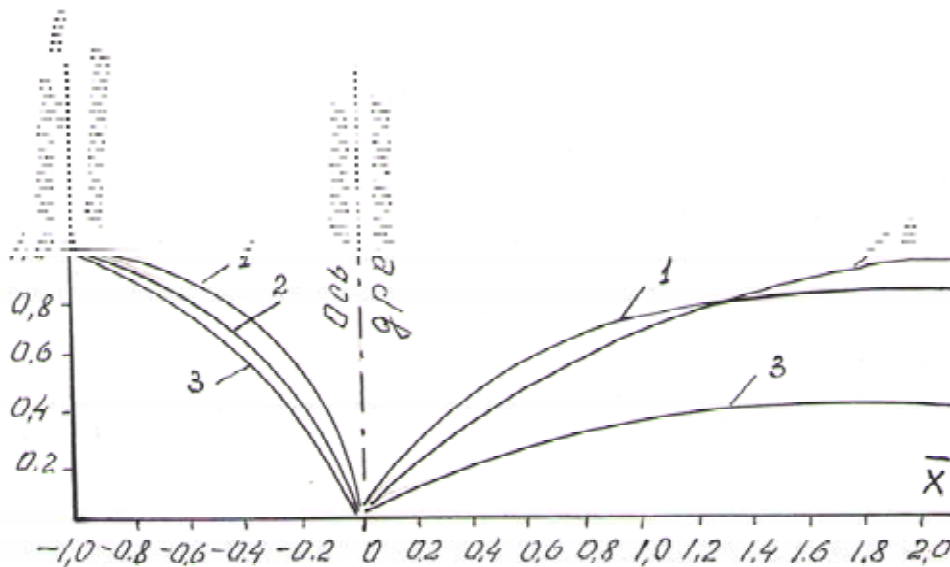


Рис. 2 - Расположение кривой депрессии при работе совершенного вертикального колодца в трехслойном пласте:  
 1-напор в нижележащем слое  $H$  равен  $h_e$ ; 2 - связь между слоями отсутствует;  
 3-напор в нижележащем слое  $H$  отсутствует

Следует отметить, что гидродинамическое несовершенство дренажа не меняет принципиального характера приведенной оценки – оно лишь влияет на количественные показатели [6].

Поэтому при наличии взаимосвязи между отдельными слоями более правомерно принимать  $H=h_e$ . Тогда основным параметром, влияющим на снижение уровней при работе дренажа, оказывается параметр перетока  $\lambda^2$  – чем он больше, тем выше уровней [7]. Это и есть главная причина недостаточной эффективности СВД при эксплуатации их в условиях подпора напорных вод.

Для достижения санитарной глубины равной  $h_{\text{кр}}=3 \div 5$ , м., в зоне подтопления земель территории населенного пункта можно определить положение оси линии дренажа от границы поселка при соотношении:

$$\frac{l_2}{R} = \frac{h_{\text{кр}}}{h_e}, \text{ отсюда } l_2 = \frac{R \cdot h_{\text{кр}}}{h_e}, \text{ м} \quad (20)$$

При следующих значениях параметров:  $R=500$  м,  $h_e=10$  м,  $h_{\text{кр}}=4$  м., получим ось размещения дренажа от границы поселка равной:

$$l_2 = \frac{500 * 4}{10} = 200 \text{ метров}$$

## **Выводы**

1. По полученным теоретическим путем параметрам инфильтрации после математической обработки по преобразованным формулам Дюпюи–Форгеймера составлено одномерное уравнение влагопереноса и определен расход воды стационарного фильтрационного потока.

2. Можно считать более эффективным устройство дренажа не в самом поселке, а на доступах к нему с целью перехвата инфильтрационных вод из орошаемых земель. При этом, неучет перетекания воды в трехслойных пластах часто приводит к существенному искажению результатов.

3. При эксплуатации дренажных систем нельзя пренебрегать перетоком и преувеличивать роль фактора перетекания напорных вод, доминирующую роль в этом отношении играют водопроницаемость и мощность разделяющего слоя, а также давление динамического напора в нижележащем пласте.

## *ЛИТЕРАТУРА:*

1. Салиева Б.К, Солиев М.Б. Откачка дренажных вод в условиях защиты от подтопления // Объединенный научный журнал. - М., 2007. - № 16 (204). - С. 17-19.

2. Муфтахов А.Ж. Методика расчета берегового линейного дренажа в трехслойных водоносных пластах // Гидрогеологические прогнозы при защите территорий от подтопления: Труды института ВОДГЕО. – М.: 1988. - С. 11-20.

3. Коммунар Г.М. Расчет перетока подземных вод через литологические «окна» в полуограниченных пластах. // Гидрогеологические исследования водозаборных, водопонижительных и дренажных систем: Тр. ин-та «ВОДГЕО». - М., – С. 44-50.

4. Семенов Е.М., Слепцов Б.К., Попов В.А., Ольшанский В.В. О рациональных схемах размещения защитных дренажей вертикального типа вблизи хранилищ промышленных отходов при подпертой фильтрации из них // Гидрогеологические исследования водозаборных, водопонижительных и дренажных систем: Тр. ин-та «ВОДГЕО». - М., 1989. – С. 67-72 .

5. Бусленко Н.П. Моделирование сложных систем. - М., 1978. – 400 с.

6. Чугаев Р.Р. Гидравлические термины. - М.: «Высшая школа», 1974. – 103 с.

7. Салиев Б.К. Теоретические исследования оптимальных параметров вертикального дренажа // Проблемы механики. - 2011. - № 2. – С 42-45.

УДК 631.4(252.6)

## **ФАРГОНА ВИЛОЯТИ ШАХАР ВА ТУМАН МАРКАЗЛАРИ ЕРЛАРИНИ МЕЛИОРАТИВ ХОЛАТИНИ ЯХШИЛАШДА ТИК ЗОВУРЛАРДАН ФОЙДАЛАНИШНИНГ ИКТИСОДИЙ САМАРАДОРЛИГИ**

**Б.К. Салиев, М.Б. Солиев**  
(ТИМИ қошидаги ИСМИТИ, ТИМИ)

*The process of steep, becomes in a result of all flow-up level underground water, which is involve salting of ground (in irrigation areas), swamplanding (in urban areas)*

*This new technological regime of underground water occur from non-rational using water resources. At the article highlight principles of study melioration condition of swamplands. Offers stages of study of melioration monitoring, problems of control water using on trouble lands.*

*Процесс подтопления, возникший в результате всеобщего подъема уровня грунтовых вод, влечет за собой засоление земель (на орошаемых землях), заболачивание (в городах). Этот новый технологический режим грунтовых вод происходит вследствие нерационального использования*

водных ресурсов. В статье освещаются принципы изучения мелиоративного состояния заболоченных земель. Приводятся этапы изучения мелиоративного мониторинга, проблемы контроля водопользования на неблагоприятных землях.

*Сизот сувларини ер сатхига кўтарилиши натижасида заҳ босиш жароени пайдо бўлиб, бунинг оқибатида ерларнинг шўрланиши (суғориладиган майдонларда), ботқоқланиши (шахар худудларида) га сабаб бўлмоқда. Бу грунт сувларининг ўзгаришининг янги технологик режими бўлиб, сув ресурсларидан самарасиз фойдаланиш натижасида вжудга келган. Мақолада заҳ босган ерларни мелиоратив ҳолатини ўрганиш тамойиллари, уларни босқичлари, сувдан фойдаланишни назорат қилиши муаммолари еритилган.*

Вилоятнинг 15 та шахар ва туман марказларида ерларни мелиоратив ҳолатини яхшилаш ва заҳ қочириш ишлари 1961 йилдан бошлаб «Фарвилкоммундренаж» томонидан олиб борилмоқда. Корхона тасарруфидаги 265 дона заҳ қочирувчи тик дренаж-сизот қудуқлари ва 4243 км ёпиқ зовурлари, шунингдек ер ости сувлари сатхини назорат қилиш максасида вилоятнинг шахар ва туман марказларида 259 дона кузатув қудуқлари мавжуд.

Кейинги йилларда тик сизот қудуқ (ТСҚ) ларини ишлатиш учун зарур бўлган электр энергияга маблағларнинг кам ажратилаётганлиги сабабли қудуқларни тўлиқ қувват билан мунтазам ишлатишнинг имкони бўлмапти.

Кўп йиллик кузатиш натижалари асосида 1990-2010 йиллар мобайнида тик сизот қудуқларлардан фойдаланиш курсаткичлари тахлил қилиб чиқилганда, 1990 йилда 177 дона заҳ қочирувчи қудуқ бўлгани холда 12 млн квт.соат электр энергияси сарфланиб, 67 млн.м<sup>3</sup> заҳ сув тортиб чиқарилган эди. 2010 йилга келиб 259 дона заҳ қочирувчи қудуқ ишлагани холда 8.6 млн квт.соат электр энергияси сарфланиб 53 млн м<sup>3</sup> заҳ сувлари ер остидан тортиб олиниб, шахар ташқарисига чиқарилган.

Вилоят бўйича 2010 йилда ТСҚ лар сони 1990 йилга нисбатан 80 донага кўпайгани холда 4 млн квт.соат дан ошди электр энергияси кам ишлатилган ва 17 млн. м<sup>3</sup> заҳ сув эса кам хайдаб чиқарилган. Натижада 1990 йилда вилоят бўйича ер ости сизот сув сатхи ер юзидан 3.32 метр пастга туширилган бўлса, 2010 йилга келиб, ўртача чуқурлиги 1.86 метрни ташкил этган.

Демак, 2012 йилга келиб ер ости сизот сув сатхи 1.46 метр ер юзасига кўтарилган. Шу сабабли, вилоятнинг Фарғона, Кукон, Риштон ва Қува шахарларида заҳ сувларининг ер юзасига кўтарилганлиги натижасида, баъзи пасткам жойларда ер ости заҳ суви ер юзасигача чиқиб кетган. Ушбу ҳолат аҳолининг ўринли эътирозларини келтириб чиқариб, юқори ташкилотларга шикоят хати билан мурожаат қилишларига сабаб бўлмоқда.

Ер ости сувларининг кўтарилиши натижасида вилоят бўйича 2 минг дондан ортиқ кўп қаватли уйларнинг ертўла қисмини заҳ сув босишига, ер остидан ўтказилган 9 минг км ичимлик, 6 минг км иссиқлик, 5.6 минг км газ тармоқларини ва 6.6 минг км алоқа ва электр кабелларини сув остида қолишига сабаб бўлади. Натижада, ушбу ер ости коммуникацияларининг ишлаш муддати қисқаради ёки бутунлай ишдан чиқиб, халқ хўжалигига катта моддий зарар етиши кузатилмоқда.

Вилоят коммунал хўжалигига ер ости сувлари сатхи кўтарилишидан етадиган зарарларни қоплашга сарфланадиган маблағлар, ТСҚ ларини ишлатишга кетадиган маблағлардан бир неча баробар ортиб кетиши мумкин.

Бу ҳолда юзага келиши мумкин бўлган оғир экологик вазиятни бартараф этиш учун, асосланган ҳисоб-китобларга кўра, заҳ қочирувчи ТСҚ ларини ишлатиш учун зарур бўлган маблағлар етарли даражада ажратилиши керак.

Корхонанинг молиявий харажатлари учун 2000 йилга 154 млн сўм маблағ режалаштирилиб, сўралгани холда 88 млн сўм , 2001 йилга 254 млн сўм маблағ сўралгани холда 103 млн сўм, 2002 йилга 366 млн сўм маблағ сўралгани холда 159 млн сўм, 2003 йилга 726 млн сўм маблағ сўралгани холда 164 млн сум маблағ ажратилди. Ажратилган маблағлар мавжуд ТСҚ ларини 35 фозини, яъни мавжуд қудуқларни учдан бир қисмини ишлатишга етмоқда холос.

Бунинг оқибатида электр энергия етказиб берувчи корхоналарга ўз вақтида тўловларни амалга оширилмаганлиги сабабли, электр энергия беришни тўхтатиб қўймоқдалар. Натижада, кўп ТСҚ ларини эскирганлиги ва ишламаганлиги оқибатида ер ости сизот сувларини янада ер юзасига кўтарилиши кузатилмоқда.

Тик дренажлардан фойдаланишнинг иқтисодий самарадорлиги Фарғона вилояти шахарлари мисолида қуйидаги маълумотлар ва кўрсаткичлар оркали ифодалаш мумкин (Жадвал 1).

Жадвал 1 - “Фарвилкоммундренаж” корхонаси бўлимлари бўйича 2008 йилда тақсимланган электр энергияси лимитини сарфланиши

Шаҳар ва туманлар	Йил, минг квт	Сарфи	1-Кв	Сарфи	2-Кв	Сарфи	3-Кв	Сарфи	4-Кв	Сарфи
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Қўқон	1726	50917	416	12,3	480	14,2	430,0	12,7	400,0	11,8
Бешарик	267	7877	32	0,9	100	3,0	80,0	2,4	55,0	1,6
Яйпан	211	6225	31	0,9	60	1,8	60,0	1,8	60,0	1,8
Риштон	575,2	16968	110	3,3	150	4,4	155,0	4,6	160,0	4,7
Данғара	185,7	5478	30,5	0,9	45,2	1,3	50,0	1,5	60,0	1,8
Учқуприк	204,1	6021	24,1	0,7	60	1,8	60,0	1,8	60,0	1,8
Янгиқўргон	184	5428	19	0,6	45	1,3	60,0	1,8	60,0	1,8
Боғдод	255	7523	35	1,0	59	1,7	70,0	2,1	91,0	2,7
Хамза	115,7	3413	25,7	0,8	30	0,9	30,0	0,9	30,0	0,9
Кува	267	7877	50	1,5	60	1,8	82,0	2,4	75,0	2,2
Қора-қушчи	123,1	3631	18	0,5	34,6	1,0	25,5	0,8	45,0	1,3
Ёзъёвон	113	3334	20	0,6	30	0,9	33,0	1,0	30,0	0,9
Тошлок	118	3481	18	0,5	30	0,9	35,0	1,0	35,0	1,0
Қувасой	104	3068	7	0,2	30	0,9	32,0	0,9	35,0	1,0
Фарғона	206,6	6095	89,6	2,6	39	1,2	39,0	1,2	39,0	1,2
Жами	4655,4	137334	926	27,3	1253	37,0	1241,5	36,6	1235	36,4

Жадвалда келтирилган маълумотлар бўйича электроэнергиянинг кўпроқ сарфланиши 3 ва 4 квартал даврларига тўғри келади.

Фарғона вилояти шаҳарларида ишлатилаётган ТСҚ ларининг самарадорлик кўрсаткичларини график кўриниши Расм 1, 2, 3, 4 ларда келтирилган.

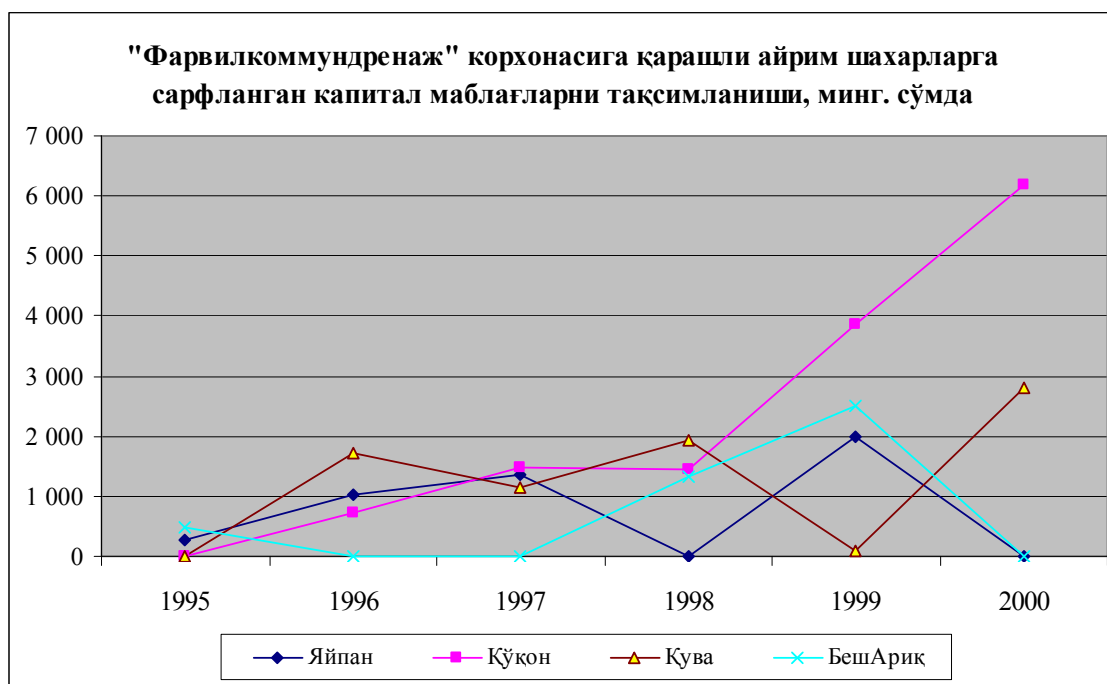


Расм. 1 - Фарғона вилояти шаҳарларида ишлатилаётган ТСҚ дан чиқариб ташланган дренаж сувлари хажми, млн м<sup>3</sup>

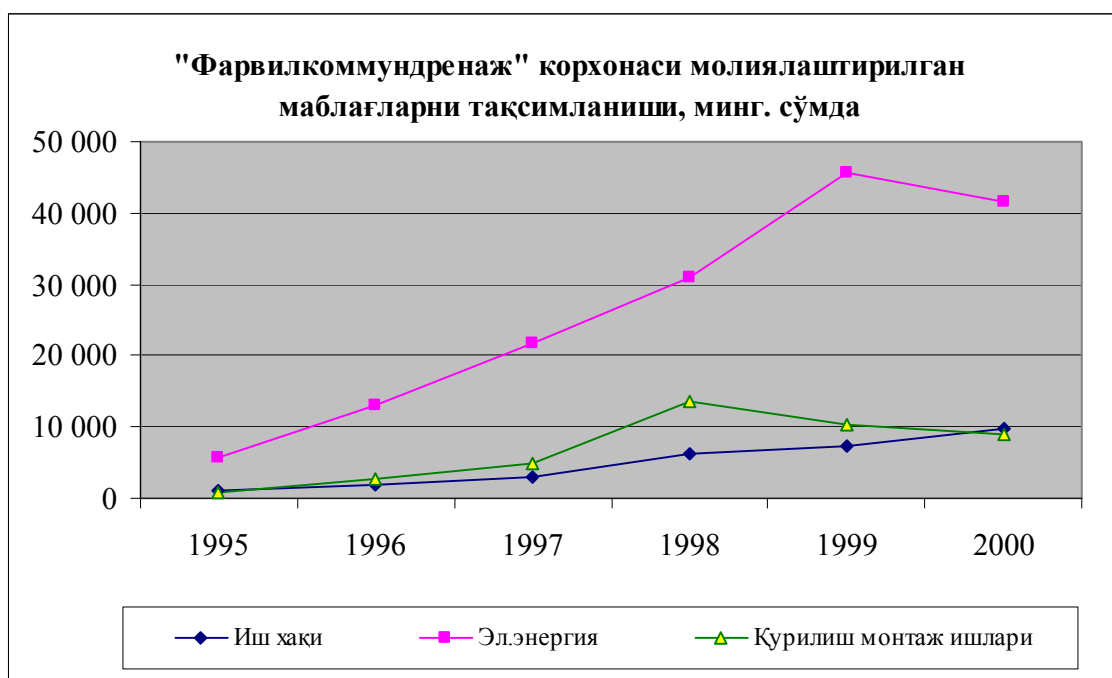


Расм. 2 - Фарғона вилояти шаҳарларида ишлатилаётган ТСҚ га тақсимланган электр энергияси лимитини 1990 – 2006 йиллар давомида фойдаланиш графиги (млн.квт/соат)

Шундай қилиб, ТСҚ ни эксплуатация қилиш 1990-2005 йиллар давомида тақсимланган электр энергиясини сарфланиши йилдан – йилга камайганлигини кўрсатади.



Расм. 3 - "Фарвилкоммундренаж" корхонасига қарашли айрим шаҳарларга сарфланган капитал маблағларни тақсимланиши, минг. сўмда



Расм. 4 - "Фарвилкоммундренаж" корхонаси молиялаштирилган маблағларни тақсимланиши, минг. сўм

Жадвал 2- Фарғона вилояти шаҳар ва туман марказида фойдаланилаётган дренаж қурулмаларининг техник – иқтисодий кўрсаткичлари ( 2008 йил учун)

Кўрсаткичлари	Ўлчов бирлиги	Сонли миқдори
Дренаж билан банд ер майдони	Гектар	53200
ТСК умумий сони	Дона	279
ТСК таъсиридаги ер майдони	Гектар	34580
1- ТСК қамраган ер майдони	Дона/га	0,0081
Дренаж қурулмасининг Ф.И.К.		0,65
Қурилишга сарфланган капитал қўйилмалар	Минг сум	44766
Солиштирма капитал қўйилмалар	Сўм/га	1294,6
Солиштирма харажатлар	Сўм/га	2057
Мелиоратив тармоқларни қайта тиклаш харажатлари	Сўм	13288,7
Дренажнинг – суғориш сувининг маҳсулдорлиги	Сўм/га	1000
1 м <sup>3</sup> дренаж сувнинг тан нархи	Сўм/м <sup>3</sup>	7,4
Йиллик соф фойда	Млн.сўм	93,0
Рентабиллик даражаси	%	20,8
Капитал қўйилмаларни қоплаш муддати	Йил	5,6

Жадвалдан: Йиллик соф фойда куйидагича ҳисобланди – 1 м<sup>3</sup> дренаж сувининг сотиш нархи 10 сўм. 1 м<sup>3</sup> дренаж сувининг сотишдан олинган фойда 10 – 7,4 = 2,6 сум.

Йиллик соф фойда :  $W = 0,65 \times 55000 \times 2,6 = 92950$  минг сўм, ёки 93,0 млн сўм.

### Хулоса ва таклифлар

1. Шаҳар ва аҳоли яшаш марказларида қурилган ТСК ларининг техник ҳолати суғориладиган ерлардагига нисбатан бирмунча яхши, лекин бу тизимлардан самарали фойдаланиш тартиби ишлаб чиқилмаган.

2. Юқорида келтирилган маълумотларга асосан шаҳар ТСК лари асосан босимли ер ости сувлари жойларига қурилган ва улардан сув танқис даврларда қўшимча сув манбаи сифатида фойдаланиш орқали катта иқтисодий самарадорликка эришиш имкониятлари мавжуд.

#### АДАБИЁТЛАР:

1. Абирова А.А., Галустян А.Г., Сидоренко О.Ф. Подземные воды - значительный резерв в повышении водообеспеченности орошаемых земель Узбекистана // Экологические проблемы, связанные с ирригацией и углубление контроля над ситуацией с применением новых технических средств и решений. Сб. НИР. Том 3. Т.: 2003, -С. 62-67.
2. Бараев Ф.А. Серикбаев Б., Салиев Б., Назаралиев Д., Шеров А., Каримова Н., Гуламов С. Гидромелиоратив тизимлардан фойдаланиш - Ташкент: ТИМИ, 2007.
3. Салиев Б.К. Мелиорация подтопленных территорий городов и поселков // Fan va technology. - Т., 2010. – 276 с.
4. Солиев М.Б. Финансовый анализ эффективности использования дренажных вод городских территорий // Экономика и финансы. – М.: 2007. – № 11(136). - С. 36–38.
5. Салиев Б.К., Салиев М.Б. Экономическая эффективность мелиорации городских территорий //Экология орошаемого земледелия: Материалы Междунар. конф. – Курск, 2002. - С. 177-180.

УДК 631.6

### ОСОБЕННОСТИ ВОДНОГО И СОЛЕВОГО РЕЖИМА ОРОШАЕМЫХ ПОЛЕЙ В НИЗОВЬЯХ Р. АМУДАРЬИ (АНАЛИЗ ПРОВЕДЕННЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ)

*Ш. Толедова, Е.К. Курбанбаев, И. Форкуца, Г. Палуашова, Ю.И. Широкова*  
(Каракалпакский филиал НИИИВП при ТИИМ, Проект ZEF/ЮНЕСКО,  
Университет г. Гиссен, Германия, НИИИВП при ТИИМ)

*In Khorezm all area of irrigated lands (264,43 thousand ha) exposed to salinity. A reduction of cotton yield occurs, in comparison with previous periods (1970, 1980 years). Water loses in the irrigation canal systems as well as on fields, difficulties for discharges water by collectors are observed. The living conditions of the population worsen due to increasing salinity and water logging, since both factors influence environmental condition negatively. Parallel with measures on solving of ameliorative problems (like collector restoration), farmers should improve their irrigation technologies (for example double –site furrow irrigation).*

*В Хорезмской области засолению земель подвержена вся орошаемая площадь – 264,43 тыс. га. По сравнению с предшествующими периодами (1970-е, 1980-е годы) произошло снижение урожаев хлопка. Имеются потери воды в системах каналов и на полях, затруднено отведение воды коллекторами. Из-за засоления и заболачивания земель ухудшаются и условия жизни людей, так как оба фактора отрицательно влияют на экологическую обстановку. Среди прочих мер по решению мелиоративных проблем (таких как очистка коллекторов) фермерам необходимо улучшать технологии полива (например, встречный полив по бороздам).*

В низовьях р. Амударья (территории Республики Каракалпакстан и Хорезмской области) вследствие сложных природных условий и проблем с использованием водных ресурсов наблюдается постепенная деградация орошаемых земель, заключающаяся в стабильном сезонном засолении, а в Хорезме - и в частичном заболачивании. Это отражается и на продуктивности земель, так урожаи в Хорезме снизились до 20-25 ц/га, а в Республике Каракалпакстан уже более 10 лет получают стабильно низкие урожаи хлопка, не превышающие 16 ц/га. Наихудшее положение по заболачиванию территории наблюдается в Хорезмской области, где даже осенью грунтовые воды располагаются очень близко к поверхности земли. Несмотря на то, что грунтовые воды в основном имеют минерализацию менее 3 г/л, при сельскохозяйственном использовании земель происходит засоление орошаемых земель.



Ситуацию в Хорезме можно назвать критической: площади орошаемых земель с глубиной грунтовых вод менее 1,5 метров превышают 80 % от орошаемых земель. В Каракалпакии ситуация несколько лучше: земли с близкими грунтовыми водами занимают чуть более 20 %.

Парадоксальным является и тот факт, что в условиях создавшейся по сути субириригации, снижение завышенных водозаборов неизбежно приводит к усилению процессов засоления, так как к растениям вода к растениям поступает снизу, тогда как орошение в условиях засоления требует промывного режима орошения.

История освоения земель в Хорезме [1] показывает, что в течение определенных периодов в данном регионе имелись проблемы, вначале с водозабором, а как только улучшался водозабор, - с избытком воды и подтоплением земель. Как следствие борьбы с последствиями улучшения водозабора, проектировались и строились новые и новые коллектора. Сбросными водами заполнялись все возможные понижения вокруг Хорезма. Повышение КЗИ и другие причины, привели к тому, что водоприемники не обеспечивали отток вод с территории. Строительство Туямуюнского водохранилища и Тахиаташского гидроузла обеспечили гарантированный забор воды из р. Амударья.

Проблеме водно-солевого режима в низовьях р. Амударья посвящено множество исследований. Изучению особенностей водного-солевого баланса и грунтовых вод в низовьях р. Амударьи в разные годы занимались: Рахимбаев Ф.М. (1964); Рачинский А.А.; Ахмедов Х.А. (1965); Киселева И.К (1966); Милькис Б.Е. (1973); Курбанбаев Е.К. (1983, 1993); Меришинский М.С, Полинов С.А. и др. (1983, 1988); Сорокина И.А. (1988), Якубов Х.И., Насонов В.Г., Закс И (1988); Эшчанов О. (1994) и др.

В период с 1980 по 1996 годы, в Республике Каракалпакстан удельный водозабор (как годовой, так и вегетационный) постепенно снижался, и, начиная с 1996 года, удельная водоподача нетто за вегетацию, почти сравнялась с эвапотранспирацией (водопотреблением) хлопчатника, а в маловодный 2001 год, - составила 70 % от этой величины. КПД технологии полива по бороздам, с учетом неизбежных потерь её на сбросы и глубинную фильтрацию, равен 0,64 (Н.Т. Лактаев, 1980), В связи с этим, для удовлетворения потребностей хлопчатника необходимо подавать гораздо большее количество оросительной воды, так называемую норму брутто. Линия покрытия потребности растений из грунтовых вод, показанная на графике, есть некая абстрактная линия, показывающая, сколько воды должно было поступить из грунтовых вод на покрытие эвапотранспирации хлопчатника для его нормального существования при фактической водоподаче.

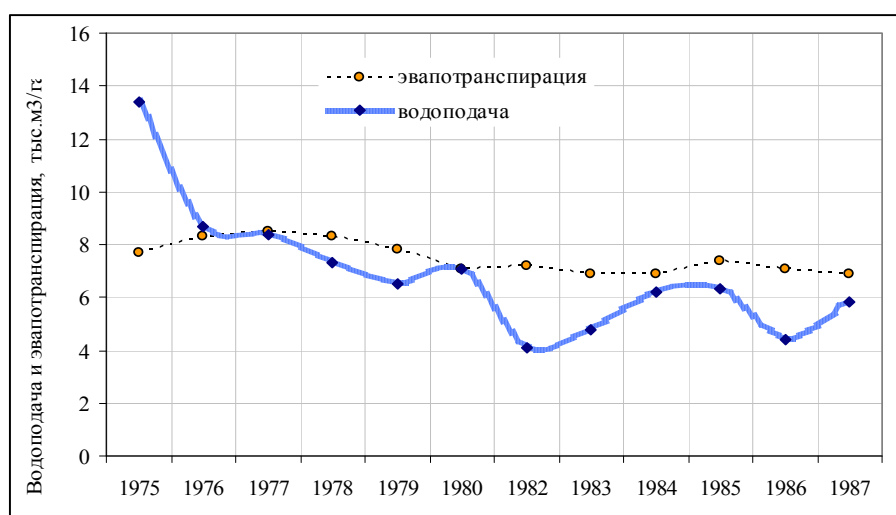


Рисунок 1 - Эвапотранспирация и водоподача на поле в Хорезмской области (на основании изучения Хамзиным Х.В. водного и теплового балансов хлопкового поля, 1988)<sup>5</sup>

<sup>5</sup> При оптимальной норме водопотребления хлопкового поля в 7700 м<sup>3</sup>/га с целью предохранения от чрезмерной сезонной реставрации засоления почвогрунтов и необходимости снижения концентрации почвенного раствора считаем, что в 8-9 гидромодульных районах, доля участия грунтовых вод в водопотреблении не должна превышать 25-30 %, что достигается при оросительной норме 5400-5800 м<sup>3</sup>/га (Хамзин, 1988).

В результате исследований были установлены водопотребление и оросительные нормы хлопчатника, при различных глубинах залегания грунтовых вод. Были определены количественные данные: о вкладе грунтовых вод в водопотребление сельхозкультур (рис.2), о составляющих водного и солевого баланса, обнаружены закономерности в создании пресного слоя в грунтовых водах, и др.

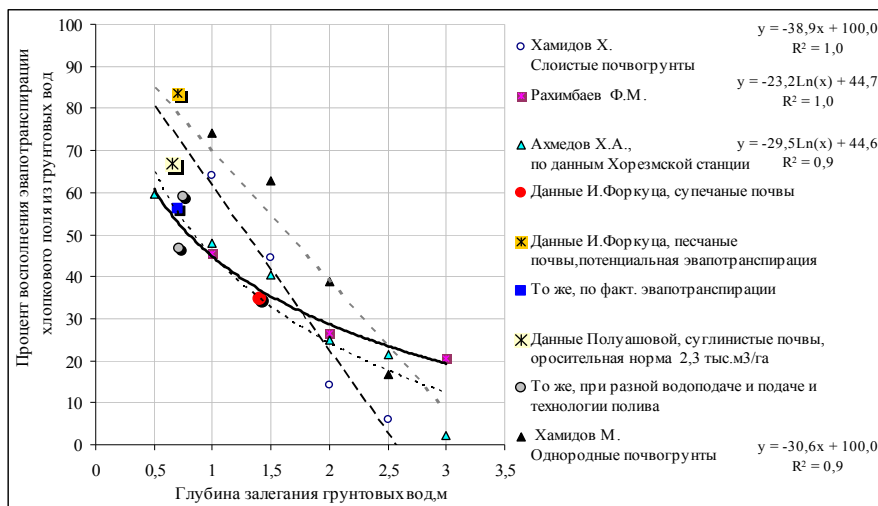


Рис. 2 - Вклад грунтовых вод в общее водопотребление хлопчатника по данным разных исследований в Хорезме

По данным балансовых расчетов и полевых исследований (Эшчанов О., 1994), дренажный сток не связан напрямую с орошаемыми полями: коллекторно-дренажный сток на 70-75 % состоит из фильтрационных потерь из оросительных каналов и сбросов воды, а с полей дренаж отводится лишь 2000 м<sup>3</sup>/га/год. Исследовано влияние искусственного подпора грунтовых вод путем перекрытия коллекторов на влажность и увеличение засоления почв (Юсупов А., 1978), в результате чего установлено накопление солей и разрушение коллекторов. Допустимым такое управление признано лишь на участках, где реставрации засоления препятствуют песчаные прослойки [9].

Установлению оптимального режима орошения в условиях гидроморфных почвы посвящены работы Исабаева К.(1990), Хамидова М.(1993) и др. При изучении режимов орошения хлопчатника, вопросы контролирования и регулирования водно-солевого режима в период вегетации на поле в условиях Хорезма изучены недостаточно. Эти вопросы были затронуты в работах Хамидова М. (1994), Эшчанова О. (1994), Курамбаева М. (1999). Характеристика фактических режимов орошения и динамики засоления в корнеобитаемом слое почвы были показаны в исследовании Форкуца И. (2006). Изучению технологий промывок и повышению их эффективности посвящены работы Ибрагимова Ш. (1966); Мадаминова (1975).

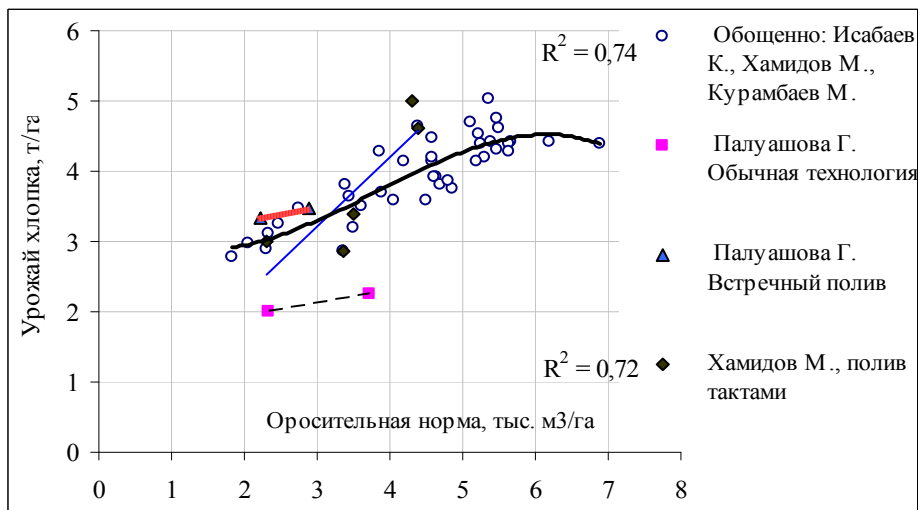


Рис. 3 - Влияние оросительной нормы на урожай хлопчатника (Хамидов М., Исабаев К. - деляночные опыты с разным поддержанием влажности, режим орошения выдержан), Курамбаев М., Палуашова Г. – производственные опыты при близком залегании грунтовых вод (менее 1 м)

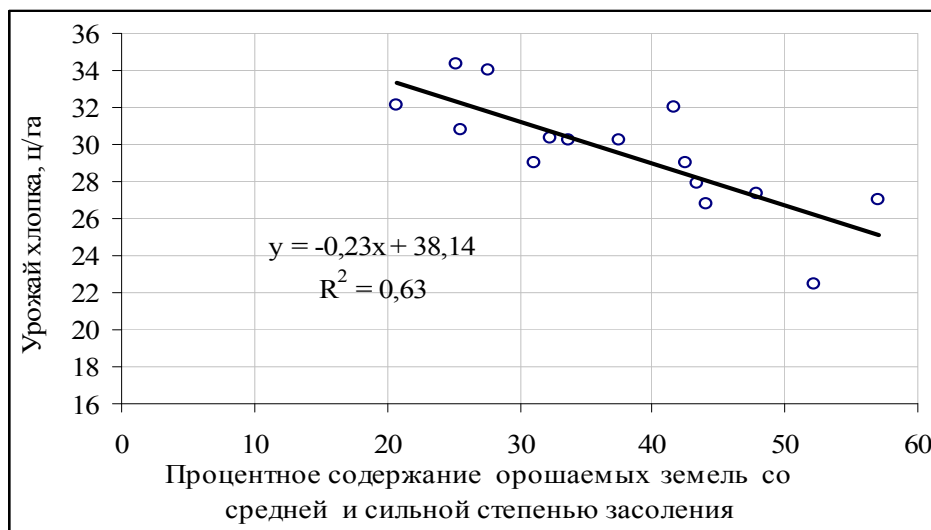


Рис. 4 - Влияние распространения засоления на орошаемых землях на урожай хлопчатника (данные Хорезмской областной службы контроля засоления МСuBX) по Хазараспскому и Хивинскому районам Хорезмской области с 1990 по 1997 гг.)

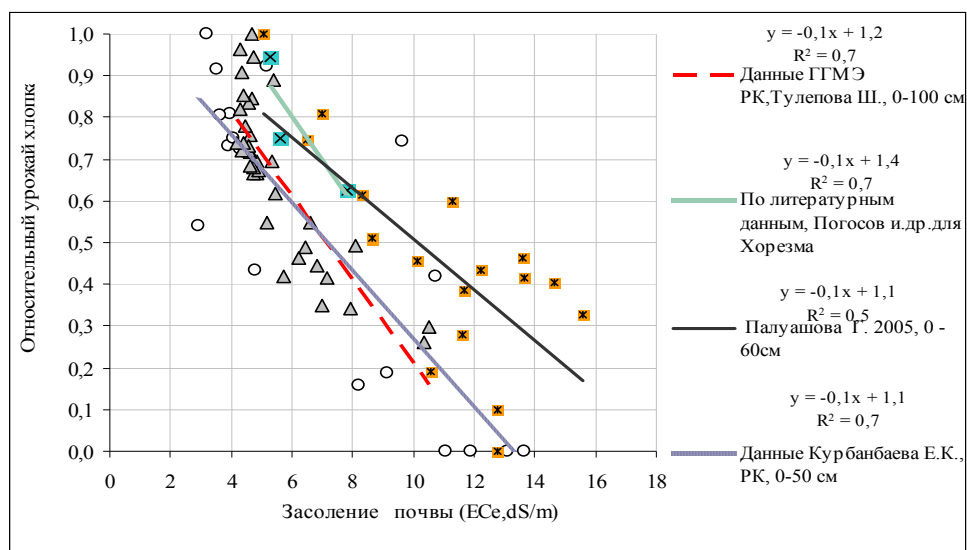


Рис. 5 - Потери урожая хлопка от засоления на поле (обобщенные данные)

Комментарий к рисунку 5. Как видно из рисунка, в условиях агротехнологии сельхозпроизводства в низовьях р. Амударья потери урожая хлопка от засоления почвы составляют ~ 10 % на 1 dS/m засоленности почвы или около 4 ц/га. В условиях Хорезма начало потерь (порог допустимого засоления) несколько выше, очевидно за счет близкого расположения грунтовых вод, которые, в данном случае, несколько снижают солевой стресс растений, поддерживая относительно большую, чем в Республике Каракалпакстан влажность почвы. Порогом допустимого «безущербного» засоления почв в слое 0-50 см в этих условиях можно считать электропроводность 4 dS/m, что и должно быть обеспечено промывкой к началу сева, а также должно поддерживаться частыми поливами.

Опубликованные материалы свидетельствуют, что до 1965 года количество поливов составляло 7-8. При схеме 1 до цветения, 6 в период цветения-плодообразования и 1 - в период созревания. Поливы начинали в мае (Киселева И.К.)<sup>6</sup>, до 1990 г - в начале июня, а после 1990 г. - в конце июня-первой декаде июля (Эшчанов О. 1991<sup>7</sup>, Форкуца И., 2006, Палуашова Г. 2004). Данные наблюдений (Курбанбаев Е., Эшчанов О, Форкуца И.) показывают, что при таком режиме увлажнения почвы снизу, до начала первого полива в почве нарастает засоление за счет покрытия эвапотранспирации из грунтовых вод. По наблюдаемым на полях данным, при глубине залегания грунтовых вод 1,5 м оросительные нормы не превышают 3000-3800 м<sup>3</sup>/га, а при залегании грунтовых вод менее 1 метра - снижаются до 2000 м<sup>3</sup>/га [9].

По предыдущим представлениям и существующей практике (при близких соленых грунтовых водах и недостаточно равномерной подаче оросительной воды сверху), управление солевым режимом носит внутригодовой, циклический характер и состоит в неизбежной сезонной аккумуляции солей в почве при последующем вымыве их осадками и промывками - в невегетационный период. Несмотря на реалистичность и традиционность такого подхода, в нем имеют место такие недостатки, как реставрация засоления от момента окончания промывок к началу первого полива (Курбанбаев Е.К., Широкова Ю.И.).

Для обоснования мер по рациональному использованию воды, поддержанию продуктивности земель, подверженных засолению требуется комплексный анализ ситуации, и выработка новых подходов, учитывающих реальное снижение водоподачи (сначала по причине лимитированного водопользования, а затем и реального маловодья и неопределенности с водообеспечением низовий в будущем).

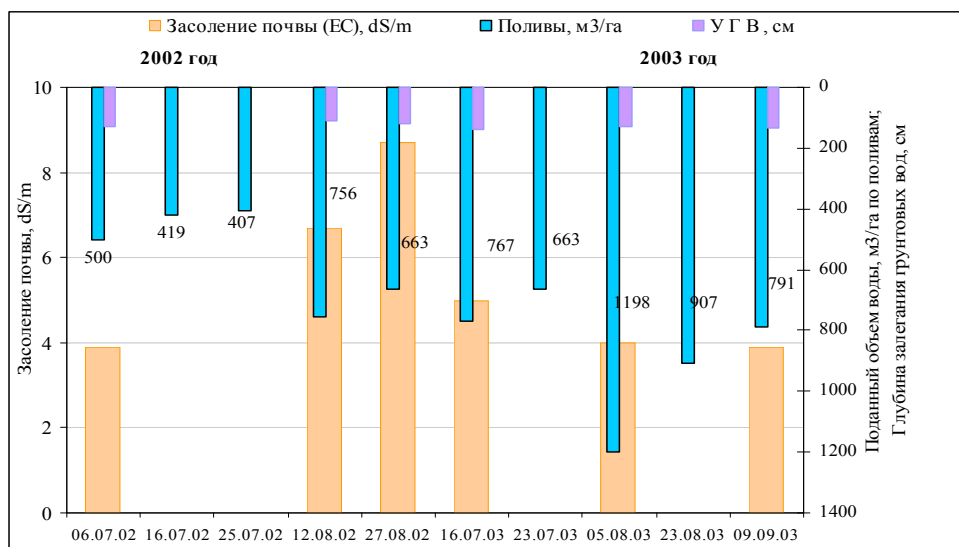


Рис. 6 - Влияние режима орошения хлопчатника на засоление поля при близком расположении грунтовых вод

<sup>6</sup> Даже при близких грунтовых водах до 1966 года оросительная норма соответствовала водопотреблению хлопчатника и составляла от 6225 до 7850 м<sup>3</sup>/га

<sup>7</sup> Оросительная норма составляла 3760-4600 м<sup>3</sup>/га (примерно столько же и промывная)

*Комментарий к рис. 6. В 2002 году на фоне более близких грунтовых вод (ср. за вегетацию 1,21 м) при минерализации 5,5 dS/m было проведено 5 поливов нормами: 430,360,350,650 и 570 м<sup>3</sup>/га (всего- 2360 м<sup>3</sup>/га). В 2003 году, глубина грунтовых вод (в среднем за вегетацию) была ниже – 1,36 м, подано больше воды пятью отдельными поливами: 660,570,1030,780 и 680 м<sup>3</sup>/га (всего- 4320 м<sup>3</sup>/га). И хотя подпитка из грунтовых вод составила около 2300 м<sup>3</sup>/га – 37 %, при таком режиме с засолением почвы на начало вегетации - 5 dS/m, удалось сохранить благоприятный солевой режим почвы до конца вегетации (3,9 dS/m) Разница в подаче воды дала существенный результат. Весенняя промывка в этих условиях может выполняться, как влагозарядка.*

Вопросы особенностей водопотребления хлопковым полем в условиях низовьев р. Амударья исследованы многими авторами опубликованных работ [1-4]. Если говорить о водопотреблении, водозаборе воды, то особенности состоят в больших потерях воды при транспортировании и плохой отточности грунтовых вод, которые как бы возвращаются на поля в виде той же воды, но подаваемой снизу. Такой режим не является оптимальным, так как ведет:

- к межполивному и сезонному накоплению солей в корнеобитаемом слое почвы;
- к нарушению аэрации почвы за счет переувлажнения корневой зоны растений и постепенной деградации почв, потере их плодородия;
- к значительным потерям удобрений, за счет и вымыва их в грунтовые воды;
- к загрязнению грунтовых вод нитратами, и другими компонентами сельхозпроизводства.

Усиление дренажности территорий в этих условиях, требует, прежде всего, улучшения использования подаваемой на орошение воды. Имеется в виду следующее: снижение организационных потерь воды при транспортировании и на полях, улучшение водораспределения и технологий полива. Пока все выглядит, как неразрешимая проблема, особенно в Хорезме.

Анализ рассмотренных материалов исследований по фактическим и рекомендуемым режимам орошения и динамике сезонного засоления почвы позволил установить, что:

1. В условиях супесчаных почв, при уровнях грунтовых вод около 1,5 м, с минерализацией до 4 г/л<sup>8</sup>, подачей до 4,5 тыс. м<sup>3</sup>/га за 5 поливов обеспечивается поддержание благоприятного солевого режима почвы для произрастания растений, отсутствует сезонная аккумуляция солей [6]. При этом для поддержания солевого режима в невегетационный период потребуется всего лишь 1500-2000 м<sup>3</sup>/га, в виде влагозарядки.

2. Отток солей с полей в основном происходит в невегетационный период, при этом дренажный сток не превышает 2,0 тыс. м<sup>3</sup>/га [4].

3. В практике орошения в Хорезме орошение хлопчатника проводится большими нормами за 2-3 полива. При этом между поливами (срок 15-20 дней), происходит иссушение почвы в корнеобитаемом слое до 0,5-0,6 ППВ и наблюдается аккумуляция солей (растет осмотическое давление почвенной влаги). В связи с этим рекомендуется делать поливы более частыми с малыми поливными нормами [4].

4. В условиях Хорезма рекомендовано проводить не менее 4 поливов по схеме 2-2-1<sup>9</sup> при поддержании рекомендуемой в работе влажности 70-80-60 % от ППВ на легких почвах с однократной подачей воды, а на средних и тяжелых почвах - при тактной подаче воды [3].

5. При близких грунтовых водах в корнеобитаемом слое почвы создается очень высокая влажность почвы, практически поливами регулируется влажность только в слое 0-50 см, а ниже этого слоя почвы весь вегетационный период находятся в насыщенном состоянии. При этом серьезным фактором, влияющим на урожай, является засоление почвы, создающее осмотическое давление в почве даже при высокой влажности [5, 6].

6. Использование грунтовой воды растениями, также как и эвапотранспирация с поля, будет меняться в зависимости от: мехсостава почвы, густоты стояния растений, количества поданной воды, частоты и технологии поливов, окружающего фона (наличия или отсутствия растительного покрова) [4].

<sup>8</sup> Коэффициент перехода от ЕСw к ее минерализации, по опытным измерениям составил 0,8

<sup>9</sup> 2 – до цветения, 2 в период цветения и 1 в период плодообразования.

Давно назрела необходимость в научном обосновании и проверке на практике контроля и управления засолением почвы в период вегетации, с помощью технологии орошения и режима поливов. Управляемыми технологиями орошения являются: дождевание, капельное орошение, а также - более дешевые технологии, такие как - дискретный полив, встречный полив по бороздам и др.

Наличие приборов оперативного контроля засоления почв, в сочетании с улучшенной технологией распределения воды по полю, позволит не только контролировать, но и разумно управлять водой и засоленностью почв на поле и получать полноценные урожаи.

Авторами изучены технологии полива на малоуклонных землях, подверженных засолению, изучена эффективность метода полива по встречным безуклонным бороздам (и через борозду). Исследования проводились: в Республике Каракалпакстан – Каракалпакским филиалом САНИИРИ в 2003 году (на территории Ходжейлийского и Кегелийского районов), а в Хорезмской области аспиранткой Полуашевой Г. (с участием Джалиловой Т.) в 2004 – 2006 гг.

В результате было установлено следующее:

1. При встречном поливе продолжительность полива сокращается от 1,2 до 3,3 раз и более, а при поливе через борозду в 1,3-2,4 раза;

2. По общему количеству воды поданной за вегетацию по опытам в Республике Каракалпакстан можно отметить следующее: за счет применения встречного полива экономится до 1000 м<sup>3</sup>/га воды за вегетацию, а за счет полива через борозду можно достичь экономии воды 400-500 м<sup>3</sup>/га за сезон. По Хорезму встречный полив дал экономию воды 300-500 м<sup>3</sup>/га, или на 20 % меньше, чем на контроле (обычный полив по бороздам).

3. Экономия воды при поливе через борозду - также 400-500 м<sup>3</sup>/га (14-17 % по отношению к контролю).

4. В Республике Каракалпакстан прирост урожая не получено, зато в Хорезме за счет выравнивания солевого фона прирост урожая достигала 10 ц/га.

5. Удельные затраты оросительной воды на единицу продукции в указанных опытах различались от 67 до 202 м<sup>3</sup>/ц. По удельным затратам оросительной воды (по сравнению с обычным поливом по бороздам) экономия следующая: встречный полив 29–31 % в Республике Каракалпакстан и 44–50 % в Хорезмской области, а при поливе через борозду в Республике Каракалпакстан 15–18 %.

Улучшение технологии бороздкового полива путем применения встречного полива по бороздам способствует: меньшему накоплению солей к концу вегетации; более равномерному солевому фону по площади поля, увеличению урожая хлопка при меньших затратах воды (удельные затраты воды на единицу урожая снижаются на 80 - м<sup>3</sup>/ц).

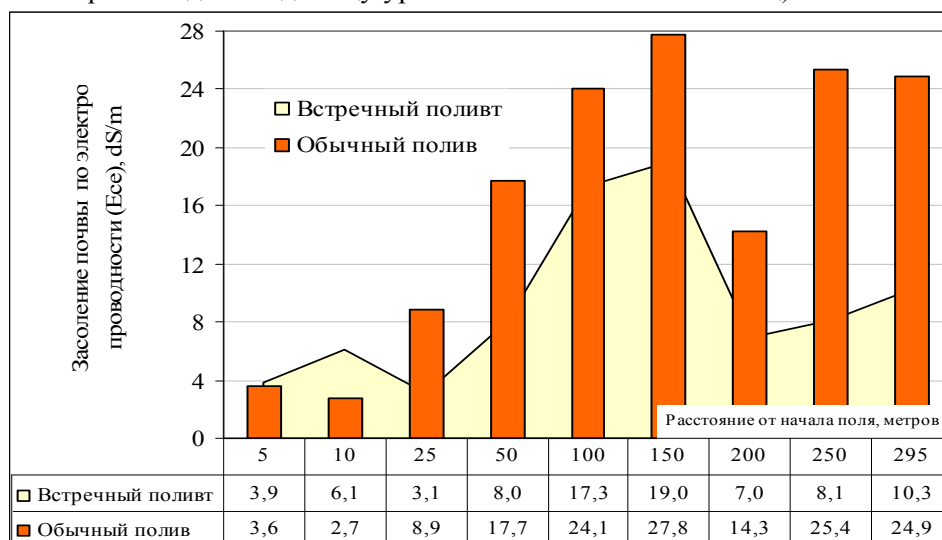


Рис. 7 - Сравнение засоленности на почвы в слое 0-60 см к концу вегетации 25.09.05 Данные опыта, проведенного в Ханкинском районе Хорезмской области (ОПХ САНИИРИ, авт.Палуашова Г.)

*Рисунок показывает, что: 1). исследуемое поле имеет повышенные отметки в середине; 2). при обычном бороздковом поливе происходит сильное засоление почвы в конце поля, что значительно снижается при встречном поливе ( $EC_e$  до  $2 \text{ dS/m}$  - почвы незасоленные;  $2-4 \text{ dS/m}$  - слабозасоленные;  $4-8 \text{ dS/m}$  - средnezасоленные;  $8-16 \text{ dS/m}$  - сильнозасоленные; более  $16 \text{ dS/m}$  - очень сильнозасоленные). Согласно ФАО, при хорошем уходе (полив, агротехника), хлопчатник выдерживает до  $7,8 \text{ dS/m}$ , однако в условиях низовьев при существующем положении – только  $4 \text{ dS/m}$  (рис. 5)*

Следовательно технология встречного полива по бороздам эффективна не только по урожаю и экономии воды, но после вегетации потребует меньших затрат воды для промывки в 2-3 раза. Это позволяет рекомендовать ее фермерам для целей лучшего использования воды и поддержания мелиоративного состояния полей.

#### **Заключение**

Государственные организации (Бассейновые Управления ирригационных систем и областные подразделения вновь созданного Мелиоративного Фонда) обеспечивают подведение оросительной воды и проводят работы по отведению коллекторно-дренажных стоков. Конечно, есть над чем еще работать для улучшения распределения воды, содержанием каналов и по очистке коллекторов. Но следует иметь в виду, что мелиоративные проблемы создаются не только за счет потерь воды из каналов. Использование земель фермерами имеет также большое значение. Это, прежде всего, культура земле- и водопользования: своевременная высококачественная планировка земель, промывка, улучшение бороздкового полива, недопущение сбросов. На это у фермера должны быть и средства и навыки и желание

В условиях засоления орошаемых земель требуется не только следить за режимом влажности почвы, но и обязательно контролировать засоление в корнеобитаемом слое. Очевидно, что затягивание сроков первого полива приносит ущерб урожаю.

Для снижения солевого стресса растений (особенно, в первые фазы развития растений) в условиях низовьев р. Амударья следует:

- пересмотреть практику проведения первого полива в конце июня и начале июля к практике поливов в конце мая и середине июля.

- проводить поливы более часто для поддержания концентрации почвенного раствора (особенно в первую фазу развития хлопчатника, возможно, изменив рекомендуемую схему полива, в которой до цветения предлагается всего 1 полив) - режим орошения должен быть нацелен на поддержание солевого режима именно в вегетацию.

- широко пропагандировать внедрение технологии встречного полива и других эффективных технологий (например, дискретный полив) на малоуклонных землях.

Необходимо разработать рекомендации по режимам полива и применению технологий орошения в условиях сезонного засоления почвы в низовьях р. Амударья (при дефиците и ухудшении качества оросительной воды) и распространить их среди фермеров и работников водного хозяйства.

#### *ЛИТЕРАТУРА:*

1. Ахмедов Х.А. Ирригация Хорезма. – Ташкент: Узбекистан, 1965. - 63 с.
2. Киселева И.К., Лифциц Э.А. Особенности водопользования в Хорезмской области // Вопросы мелиорации и орошения в хлопководстве. – Ташкент: Узбекистан, 1966. - С. 68- 86.
3. Хамидов М. Научные основы совершенствования водоиспользования на орошаемых землях Хорезмского оазиса: Автореф. дис... докт. техн. наук. – Ташкент, 1994.
4. Эшчанов О.И. Исследование эффективности закрытого горизонтального дренажа в условиях Хорезмского оазиса: Автореф. дис... канд. техн. наук. – Ташкент, 1994.
5. Курбанбаев Е.К., Новикова А.В., Широкова Ю.И., Форкуца И., Полуашова Г. Пути рационального использования поливной воды на поле в условиях низовьев р. Амударья // Материалы Респ. научно–практ. конф. «Проблемы мелиорации орошаемых земель; водообеспеченность и эффективное использование (Шымкент 14-15 сентября 2006 года)». – 2006. - С. 23-27.
6. Форкуца И., Широкова Ю., Зомер Р. Влияние близкозалегающих грунтовых вод на урожай хлопка. // Ўзбекистон қишлоқ хўжалиги. - 2006. - № 9. - С. 26-27.

7. Мурадов К.Ж., Морозов А.Н., Широкова Ю.И. Оценка использования воды и мелиоративного состояния орошаемых земель Хорезмской области // Юбилейный сб. к 80-летию САНИИРИ. – Ташкент., 2006. - С. 68-77.

8. Исабаев К. Водопотребление и режим орошения сельскохозяйственных культур хлопкового комплекса на луговых почвах Хорезмского оазиса: Автореф. дис... канд. с.-х. наук. – Ташкент, 1984.

9. Установить закономерности изменения почвенных и физиологических процессов при орошении и промывках минерализованными водами сельскохозяйственных культур и разработать математическую модель для расчёта солепереноса: Отчет о НИР / САНИИРИ; отв. исп. Юсупов А.Р. – Ташкент, 1979.

УДК 541.546.6.

## **ИЗУЧЕНИЕ ДЕСОРБЦИИ КАДМИЯ ИЗ ФАЗЫ КАТИОНИТА КУ-2Х8 МИНЕРАЛЬНЫМИ КИСЛОТАМИ**

*М.Х. Умарахунов, Г.А. Ходжаева*  
(НИИИВП при ТИИМ)

*В данной работе найдены оптимальные условия выделения кадмия из растворов. Изучена десорбция кадмия из фазы катионита КУ-2х8. Определены константы обмена  $Cd^{2+}$  на  $H^+$ .*

*Мазкур қилинган ишда суюқликлардан кадмийни ажратиб олишининг оптимал шароитлари топилган. Катионит КУ-2х8 фазасидан кадмий десорбцияси ўрганилган.  $Cd^{2+}$  ни  $H^+$  га ўзгартириш константаси топилди.*

В связи с развитием электротехнической промышленности и гальванопокрытий резко возрос объем сбрасываемых сточных вод в водоемы. Полное извлечение из сточных вод токсичных металл-ионов таких, как цинк, кадмий, медь производится с применением ионообменных сорбентов. В литературных источниках имеется информация о полном разделении и извлечении кадмия из различных многокомпонентных систем с помощью сорбентов, а именно от Cu, Zn [1], Fe, Pb [2], Al, Sb [3], Bi, Co [4] и других [5, 6, 7].

Целью настоящей работы являлась полная регенерация кадмия из фазы катионита с помощью минеральных кислот. Для этого было необходимо сорбировать кадмий по 50 мг на катионите, и производить десорбцию. Эксперименты проводили в динамических условиях.

Экспериментальная часть

Сорбцию кадмия проводили на стеклянной колонке диаметром 1 см и высотой столба катионита 4 см. Использовали катионит КУ-2х8 в Н-форме с размером зерен 0,4-0,5 мм. Один грамм катионита помещали в ионообменную колонку и пропускали через неё раствор кадмия со скоростью 1-2 мл/мин, отбирали фильтраты по 2,5-5,0 мл и проводили количественное определение содержания кадмия титрометрическим методом. По анализу каждой порции снимали выходные кривые. Полученные результаты представлены на рис. 1.



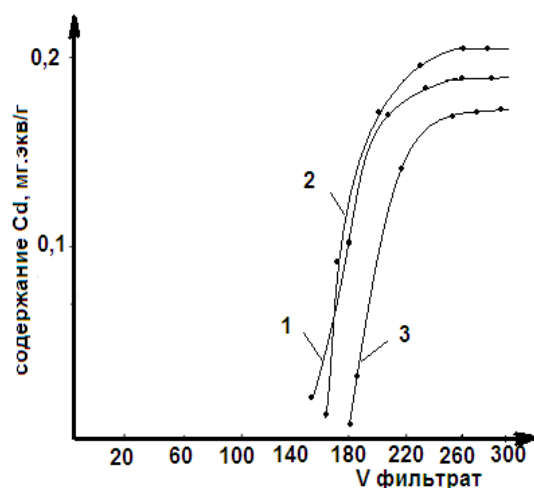


Рис. 1 – Выходные кривые сорбции Cd на КУ-2  
1- CdCl<sub>2</sub>, 2- CdSO<sub>4</sub>, 3- Cd(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>

Из рис. 1. видно, что сорбция кадмия из различных солей показывает последовательность изменения, начиная с раствора CdCl<sub>2</sub>, незначительно уменьшается до CdSO<sub>4</sub>. Действительно, выходные кривые сорбции кадмия показывают последовательное уменьшение сорбции, начиная с CdCl<sub>2</sub> до CdSO<sub>4</sub>,

В работе большое значение имело изучение десорбции (регенерации) кадмия из фазы катионита минеральными кислотами разной концентрации. Результаты представлены в табл. 1 и на рис. 2 (а,б,в) и 2<sup>1</sup>(а<sup>1</sup>, б<sup>1</sup>, в<sup>1</sup>).

Таблица 1 - Регенерация кадмия из фазы катионита растворами минеральных кислот

Регенерационный раствор	Нормальность кислот, N	Сорбировано кадмия, мг	Десорбировано, Cd <sup>2+</sup>	
			мг	%
HNO <sub>3</sub>	0.5	50	47.9	95.8
	1.0		49.4	98.8
	2.0		48.2	96.4
HCl	0.5	50	48.1	96.2
	1.0		49.98	99.98
	2.0		49.16	98.15
H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	0.5	50	45.2	90.6
	1.0		48.1	96.2
	2.0		47.02	94.0
HNO <sub>3</sub>	0.5	184	165.3	90.0
	1.0		181.2	98.4
	2.0		173.61	94.3
HCl	0.5	184	176.4	95.0
	1.0		180.5	98.0
	2.0		181.5	98.6
H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	0.5	184	171.0	93.6
	1.0		179.3	97.4
	2.0		180.03	97.8

В работе приведены результаты по константе обмена кадмия на водород-ион. Определение константы обмена проводили в статических условиях: 1 гр. катионита КУ-2x8 в Н-форме добавляли в 50 мл 0,050-0,075 Н Cd(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>, встряхивали до равновесия, после чего определяли равновесную концентрацию кадмия в двух фазах, а водород в растворе. Полученные результаты представлены в табл. 2.

Таблица 2 - Константа обмена кадмия на водород-ион

Исходная концентрация Cd, мг-экв/мл	В ионите, мг-экв/г		В растворе, мг-экв/мл		K общ
	[Cd]	[H]	[Cd <sup>2+</sup> ]	[H <sup>+</sup> ]	
0,050	2,42	0,9988	0,001	0,0514	2,52
0,055	2,647	0,7778	0,0016	0,055	2,91
0,060	2,801	0,6178	0,002	0,059	3,28
0,065	2,964	0,472	0,004	0,064	3,46
0,070	3,11	0,309	0,007	0,066	4,60
0,075	3,192	0,2278	0,0108	0,069	5,26

Как видно из табл. 2, с увеличением концентрации кадмия от 0,05 до 0,075 константа обмена плавно увеличивается.

#### Обсуждение результатов

В табл. 1 представлены величины полной обменной емкости полученного в результате сорбции кадмия из хлоридных, азотнокислых и сернокислых солей, которые равны 3,5-4,5 мг-экв/г. Данные свидетельствуют о преимуществе хлорноокислого кадмия.

Десорбцию кадмия изучали в динамических условиях. Для определения регенерации кадмия из фазы катионита КУ-2х8 была поставлена серия экспериментов (табл. 2). Десорбцию кадмия проводили 0,5-2Н растворами минеральных кислот.

Из табл. 2 видно, что наилучшим регенерационным раствором является 2Н HCl.

С увеличением процента загрузки кадмия (до 184 мг/г) регенерационный раствор сохраняет свою силу. Во всех случаях с повышением концентрации минеральных кислот повышается степень десорбции кадмия.

На рис. 2(а) и 2<sup>1</sup>(а), 2(б) и 2<sup>1</sup>(б), 2(в) и 2<sup>1</sup>(в) показана десорбция кадмия из фазы катионита КУ-2х8 минеральными кислотами. Как видно из рис. 2(а) и 2<sup>1</sup>(а), наилучшим десорбентом является 2Н HCl.

Характеризующей величиной ионообменной сорбции кадмия является константа обмена кадмия на водород-ион. С увеличением исходной концентрации азотнокислого кадмия от 0,050 до 0,075 Н величина константы обмена кадмия изменяется в пределах 2,5-5,2. Это видимо происходит за счет изменения ионного состояния кадмия в получаемых растворах. Сорбция кадмия получена при более высоких концентрациях хлора. В повышенных концентрациях HCl комплексообразование кадмия увеличивается.

Итак, на основании полученных результатов можно сделать вывод о том, что кадмий в хлорноокислых растворах находится в виде комплексных соединений и состав этих компонентов зависит от концентрации хлор-иона.