МИНИСТЕРСТВО МЕЛИОРАЦИИ И ВОДНОГО ХОЗЯЙСТВА СССР

СРЕДНЕАЗИАТСКИЙ ОРДЕНА ТРУДОВОГО КРАСНОГО ЗНАМЕНИ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ ИРРИГАЦИИ им. В. Д. ЖУРИНА
„САНИИРИ"

ТРУДЫ

СРЕДНЕАЗИАТСКОГО ОРДЕНА ТРУДОВОГО КРАСНОГО ЗНАМЕНИ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОГО ИНСТИТУТА ИРРИГАЦИИ им. В. Д. ЖУРИНА

Выпуск
112

МЕЛИОРАЦИЯ ЗЕМЕЛЬ

ТАШКЕНТ — 1967

МИНИСТЕРСТВО МЕЛИОРАЦИИ И ВОДНОГО ХОЗЯЙСТВА СССР

СРЕДНЕАЗИАТСКИЙ ОРДЕНА ТРУДОВОГО КРАСНОГО ЗНАМЕНИ
НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ ИРРИГАЦИИ
им. В.Д.ЖУРИНА

ТРУДЫ САНИИРИ

Выпуск 112

М е л и о р а ц и я з е м е л ь

Ташкент - 1967

УДК 626. 86

Настоящий выпуск охватывает материалы многолетних научных исследований сотрудников САНИИРИ по вопросам мелиорации и орошения засоленных земель. В статьях приводятся результаты полевых работ по изменению водного и солевого режима почво-грунтов под влиянием поливов и промывок на фоне дренажа, даются примеры проектирования вертикального дренажа для больших массивов; предлагаются оптимальные конструкции фильтров, режимы откачек и технико-экономические показатели вертикального дренажа, а также способы уплотнения грунта обратной засыпки траншей закрытых горизонтальных дрен.

Сборник предназначен для научных работников, сотрудников проектных, строительных и эксплуатационных организаций, аспирантов, студентов и преподавателей, специализирующихся в области инженерных мелиораций.

Ответственный редактор А.А.РАЧИНСКИЙ

У.Ю.ПУЛАТОВ

К ВОПРОСУ УПЛОТНЕНИЯ ОБРАТНОЙ ЗАСЫПКИ ТРАНШЕЙ ЗАКРЫТЫХ ГОРИЗОНТАЛЬНЫХ ДРЕН

Одним из основных элементов комплекса мелиоративных мероприятий, направленных на рассоление засоленных и предупреждение вторичного засоления орошаемых земель является дренаж. Из существующих разновидностей дренажа наибольшее распространение в последнее время начинает получать закрытый горизонтальный, строительство которого ведется в различных районах аридной зоны Союза.

Районом массового строительства закрытого горизонтального дренажа на орошаемых площадях является Голодная степь, где, начиная с 1958 г., проложено более 2000 км материального дренажа. Ниже приведена динамика роста строительства закрытых дрен на осваиваемых объектах Голодной степи по годам

Год строительства :	1958	1959	1960	1961	1962	1963	1964	1965	1966
Соответственно протяженность дрен, км:	3	7	14	54	109	190	388	507	853

В технологии прокладки дрен в зависимости от грунтовых условий выделяется два резко отличающихся друг от друга способа.

В устойчивых, обычно сухих грунтах прокладка дрены полностью механизирована. Работают дреноукладочные комбайны типа Д-251, конструкции САНИИРИ / 1 /. В этом случае дреноукладчик за один проход, двигаясь по заранее спланированному пути, отрывает траншею глубиной 2,5 или 3 м, отсыпает подстилающий слой фильтра, укладывает дренажные трубки, засыпает их с боков и сверху фильтром и покрывает уложенную линию предохранительным слоем грунта толщиной 30 см.

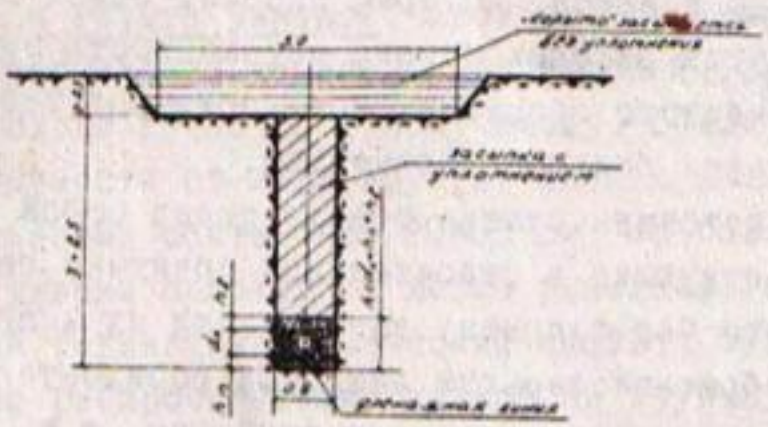
Если грунты слабые, обрушающиеся, что бывает при высоком стоянии грунтовых вод, и применение дреноукладчиков невозможно, строительство вынужденно ведется полумеханизированным способом: вместо траншеи с вертикальными стенками одноковшовым экскаватором разрабатывается выемка трапецеидального сечения и на одном из откосов устраивается полка (или траншейка), куда укладывается дренажная линия; при этом почти все эти операции выполняются вручную.

Поперечные сечения дрен, прокладываемых в устойчивых и слабых обрушающихся грунтах, представлены на рис. 1. Операции технологического процесса: устройство оголовок устья, монтаж смотровых колодцев и обратная засыпка дрены - в изложенных двух способах строительства производятся одинаковыми методами.

Из всех операций технологического процесса строительства дрен нерешенным на сегодняшний день остается вопрос уплотнения грунта обратной засыпки, несмотря на то, что девятилетним опытом строительства и эксплуатации этих сооружений на новых осваиваемых землях Голодной степи доказана необходимость тщательного и качественного уплотнения грунта в траншеях дрен. Невыполнение подобных работ способствует выходу из строя и разрушению построенных дрен поверхностной водой, попадающей в наддренную полосу, особенно в период полива хлопчатника и других сельскохозяйственных культур. Поэтому в последнее время идут усиленные поиски, направленные на решение задачи уплотнения обратной засыпки с целью как сохранения построенных дрен, так и использования наддренной полосы под посев сельскохозяйственных культур.

Различные рекомендации, направленные на предохранение наддренной полосы от попадания поверхностной воды, в виде устройства оградительных каналов или валиков не дают нужного эффекта, но отсутствие апробированного способа уплотнения грунта в траншеях вынуждает применять их. В качестве примера можно привести приказ по Главсредазирсовхозстрой за № 236 от 24 июня 1965 г., где с целью дальнейшего улучшения проектирования, строительства и эксплуатации

а)



б)

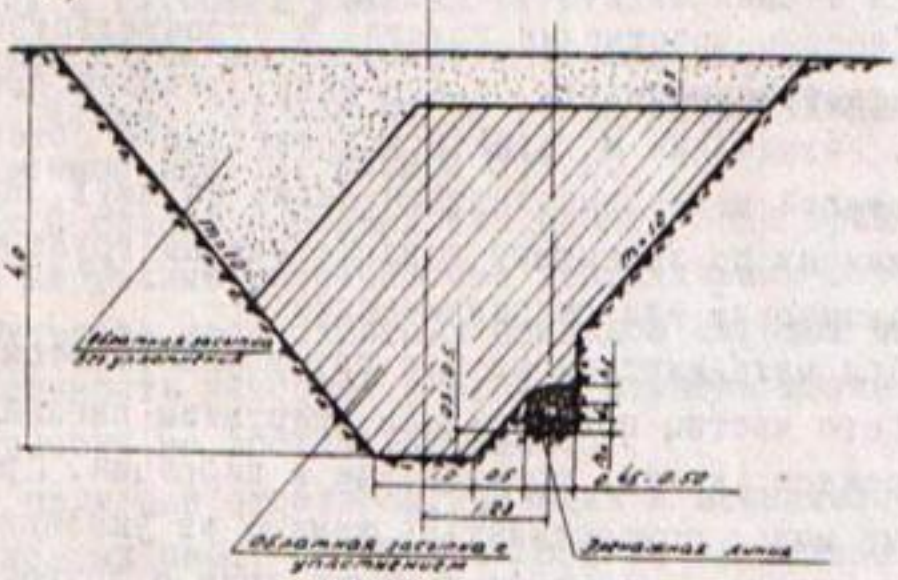


Рис.I. Поперечный разрез дрен, прокладываемых в орошаемой зоне : а - в устойчивых грунтах дреноукладочными комбайнами; б - в слабых обрушающихся грунтах полумеханизированным способом.

коллекторно-дренажной сети в Голодной степи рекомендуется предусматривать в рабочих чертежах и сметах наиболее эффективные мероприятия по защите дрен от затопления и порчи поливной водой, в частности в виде устройства наддренных валиков шириной до 3 м и высотой до 1 м впредь до выдачи рекомендаций по уплотнению грунта в дренажных траншеях.

Сказанное выше убедительно доказывает важность и неотложность решения актуальной на сегодняшний день задачи уплотнения грунта в траншеях дрен и без перечисления всего ущерба и вреда, который наносит освоителям Голодной степи и других районов страны нерешенность этой операции технологического процесса, хотя примеров этому можно было бы привести большое количество.

Настоящая статья ставит перед собой задачу рассмотреть существующие в строительной практике способы уплотнения грунта через призму возможности их использования на работах по обратной засыпке закрытых горизонтальных дрен, прокладываемых механизированным способом, т.е. с укладкой дренажной линии на дно узких и глубоких траншей.

Способы уплотнения грунта. В строительстве уплотнение грунта в зависимости от его вида, условий производства работ, назначения и характера возводимого объекта и других показателей может выполняться одним из двух, принципиально различных по характеру воздействия на грунт способов - механическим или гидравлическим.

При механическом методе грунт уплотняется за счет сближения его частиц под активным действием внешних сил, к которым относятся укатка, трамбование и вибрация. При этом воздействие может осуществляться каждым из указанных способов в отдельности или в комбинации друг с другом. Как правило, укатка и трамбование применяются на связных грунтах; вибрация - на несвязных.

Сущность гидравлического способа уплотнения сводится к тому, что после нарушения водой связи между частицами грунта, последние под действием собственного веса укладываются более компактно, плотнее. Различают три способа гидравлического метода уплотнения: отсыпка грунта в воду, замочка его

и намыв. Обычно первые два способа применяются на глинистых лёссовидных грунтах, третий - на песчаных и гравелистых.

Таким образом, из приведенного краткого перечня способов уплотнения видно, что существует множество путей повышения плотности грунта, каждый из которых может дать хороший результат только в определенных, конкретных условиях.

Ниже рассматриваются изложенные выше способы уплотнения грунта с точки зрения возможности их использования на упрочении обратной засыпки траншей закрытых дрен.

Уплотнение грунта укаткой. Этот способ, широко применяемый при возведении качественных насыпей, требует многократного прохода катка по одному следу. Толщина слоя при этом в зависимости от вида грунта, типа и мощности уплотняющего механизма составляет 20-35 см. На больших площадях применение укатки простого и легко выполнимого способа - дает хороший технико-экономический эффект. Этим объясняется широкое распространение катков на грунтоуплотнительных работах. Использование укатки на уплотнении грунта в узких и глубоких выемках затруднительно и малопроизводительно из-за необходимости частых послойных подсыпок и многократных проходов катка при незначительной ширине укатываемой полосы, равной 0,6 м.

Такой способ производства работ, если принять во внимание нарушение устойчивости вертикальных откосов траншей в результате неоднократных проходов тяговых машин и чувствительность качества укатки к степени влажности грунта, практически не всегда выполним.

На полигоне отдела организации и механизации водохозяйственных работ САНИИРИ в 1962 г. проведены исследования эффективности однопроходной укатки предохранительного слоя грунта, отсыпаемого вслед за дреноукладчиком поверх дренажной линии / 2 /. Для этого в специально отрытую траншею глубиной около 1,5 м и шириной 0,6 м , поверх уложенной дренажной линии, состоящей из гончарных труб с круговой обсыпкой из гравийной смеси, отсыпался предохранительный слой из пылеватого суглинка различной толщины - от 10 до 50 см. Влажность грунта колебалась в пределах 11-14%.

Грунт уплотнялся за один проход специально изготовленным гладким прицепным катком, техническая характеристика которого приведена в табл. 1.

Каток во время опытов перемещался со скоростью около 40 м/час, что соответствует средней рабочей скорости дреноукладчика типа Д-251, в сцепе с которым, по идее, должен работать каток.

По результатам проведенных работ построена кривая зависимости степени уплотнения грунта за один проход катка от толщины отсыпанного слоя (рис. 2).

Таблица 1

Показатель	Единица измерения	Величина
Диаметр барабана	мм	870
Ширина барабана	"	500
Вес катка	кг	2000
Удельное линейное давление	кг/см	40
Габаритные размеры : длина	мм	3215
ширина	"	580
высота	"	870

Из рис. 2 следует, что изменение толщины уплотненного слоя с 6 до 40 см уменьшает достигнутую за один проход катка плотность грунта с 1,5 до 1,3 т/м^3 (пробы отбирались с верхней части слоя). По полученным результатам, зная до какой степени необходимо довести плотность обратной засыпки, можно установить необходимую толщину предохранительного слоя грунта.

Уплотнение грунта в траншеях закрытых дрен - дело относительно новое и многое, касающееся этого вопроса, еще не известно или находится в зачаточном состоянии; более того, сам факт необходимости производства этих работ дебатировался до последних лет. Поэтому дать обоснованный ответ, например, на вопрос, до какой величины надо дово-

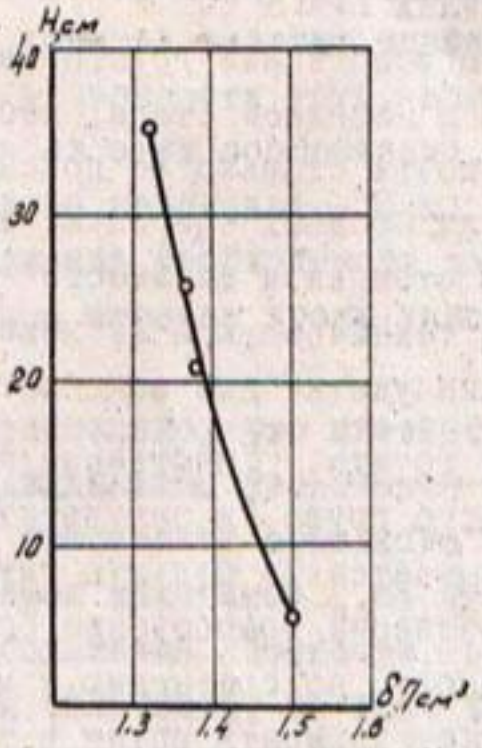


Рис.2. Изменение плотности грунта в зависимости от толщины предохранительного слоя:
δ - объемный вес скелета грунта после укатки;
H - толщина предохранительного слоя грунта после укатки.

дить плотность грунта обратной засыпки дрен? - на данном этапе нельзя.

В описываемых работах при оценке качества уплотнения обратной засыпки за исходную принималась величина объемного веса скелета грунта в естественном залегании. Достаточной считалась плотность засыпки, которая по величине была не меньше объемного веса скелета грунта стенок траншеи. Если исходить из этой методики, то при средней величине объемного веса скелета грунта 1,45 т/м^3 и коэффициенте разрыхления 1,20, толщина отсыпаемого слоя (рис. 2) должна быть в пределах 14-15 см.

При подобном уплотнении грунтов на всю глубину траншей дрен, например в Голодной степи, необходимо около 20 проходов катка и почти столько же подсыпок грунта, не считая выполнения таких сложных операций, как выдерживание заданной толщины отсыпки и влажности грунта. Поэтому можно констатировать техническую и экономическую нецелесообразность применения укатки для подобного вида работ.

Трамбование грунта. Уплотнение происходит за счет энергии падающего груза, в результате чего отсыпанный грунт прорабатывается на большую глубину, доходящую до 2,5 м. С этих позиций трамбование более приемлемо для рассматриваемых работ, по сравнению с механическими способами, так как позволяет засыпать грунт в траншею за один прием на всю глубину и уплотнить его до нужной кондиции. Такой фактор, как устойчивость откосов, в данном случае снимается с повестки дня и, что также очень важно, влияние величины влажности грунта при ударном уплотнении отходит на второй план.

Способ трамбования при уплотнении грунта в траншеях проверяли на одной из строящихся дрен в совхозе им.Ю.Гагарина (Голодная степь). Металлическая трамбовка имела форму усеченного конуса диаметром в основании 1,3 м, высотой 0,9 м, весом 5,3 т; удельное статическое давление равнялось 0,4 кг/см^2.

Базовой машиной служил экскаватор-драглайн ОМ-202 / 2 /.

После укладки дренажной линии и уплотнения предохранительного слоя грунта, дрену засыпали при помощи бульдозера сразу на всю глубину, включая выемку под корыто, грунтом влажностью 7-18%. Создание дополнительного слоя над траншеей (засыпка корыта) вызвано опасением повреждения дренажной линии, в частности труб, под действием ударных нагрузок. Исходя из этих соображений, высота сбрасывания трамбовки принята небольшая - 3 м.

Для установления необходимого числа ударов по одному следу, различные отрезки дрены уплотнялись ударами от 1 до 12.

Опытами установлено, что плотность грунта возрастает до 9 ударов; дальнейшее увеличение числа воздействий на грунт не дает приращения объемного веса. Максимальная плотность, выражаемая величиной 1,83 т/м^3, достигнута при 9 ударах. Для достижения плотности, равной плотности грунта в естественном залегании, по всей толще засыпки требуется 6 ударов. Если ограничиться верхним метровым слоем, то необходимо всего 3 удара.

Специальными вскрытиями дрены и детальным осмотром было установлено, что нарушений в дренажной линии в результате трамбования не имеется.

Несмотря на кажущуюся простоту работ по уплотнению грунта в траншеях дрен трамбованием, следует отметить нерешенность ряда вопросов, без которых немыслим научно обоснованный подход к поставленной задаче. Главными такими вопросами, требующими для своего разрешения проведения специальных исследований, являются следующие: оптимальные параметры трамбующего органа и самой машины; режим трамбования; способ увлажнения грунта; технология производства работ; контроль за качеством уплотнения; технико-экономические показатели трамбования грунта в траншеях и др.

Над решением этой проблемы в настоящее время работает отдел организации и механизации водохозяйственных работ САНИИРИ. По чертежам, разработанным в отделе, изготовле[н] специальная трамбующая установка с набором плит различных размеров и веса, оснащенная аппаратурой для измерения напряжения и деформации в различных точках траншеи.

Уплотнение вибрированием. В результате колебательных движений, передаваемых вибраторами (поверхностными или глубинными) рыхло отсыпанному грунту, частицы последнего, теряя связь между собой, приходят в движение и, перемещаясь вниз, укладываются более компактно, за счет чего увеличивается общая плотность грунта.

Хорошо поддаются вибрации несвязные грунты, состоящие из частиц различной крупности со слабыми связями между ними; суглинки и глины по гранулометрическому составу более однородные и обладающие значительными сцеплениями, обычно вибрированием не уплотняются из-за малой эффективности / 3 /.

Закрытый дренаж, устраиваемый в орошаемой зоне, как правило, прокладывается на засоленных или подверженных засолению землях, которыми являются глинистые связные грунты, поэтому, основываясь на изложенном выше, можно сделать вывод, что применение способа вибрирования на рассматриваемых работах не даст нужного эффекта. К тому же вредное влияние вибрирования на дренажную линию, имеющую свободное стыкование труб, делает применение этого способа уплотнения небезопасным для качества построенных дрен.

Отсыпка грунта в воду. Переходя к рассмотрению гидравлического или, как его еще называют, мокрого способа уплотнения грунта, следует отметить, что среднеазиатские республики имеют многовековой опыт возведения качественных насыпей отсыпкой грунта в воду - менее трудоемкий по сравнению с другими методами и особенно эффективный в условиях просадочности грунтов.

Сущность этого способа заключается в свойстве лёссовых отложений размокать в воде и уплотняться при незначительных нагрузках сверху / 4 /.

Применение в строительных организациях большого количества высокопроизводительных машин и механизмов, наряду с высокими темпами строительства, вытеснили подобный метод возведения земляных гидротехнических сооружений из современной практики, хотя в свое время он имел довольно широкое применение.

Возможность использования способа отсыпки грунта в воду при уплотнении обратной засыпки траншей закрытого горизонтального дренажа встречает одно, и основное, возражение : вертикальные стенки траншей, сложенные из лёссовидных суглинков, с увеличением влажности резко теряют свою устойчивость. Поэтому, в результате заполнения траншей водой, а также нагрузок, передаваемых на верхнюю часть стенок выемки от сталкиваемого грунта, отвала и гусениц бульдозера они сильно обрушатся, а значит, деформируется и дренажная линия

Намыв грунта. При этом способе все операции технологического процесса, связанные с разработкой грунта, его транспортированием и укладкой в тело сооружения, выполняются за счет энергии потока. Обладая хорошими технико-экономическими показателями при работе в песчаных грунтах и соответствующих благоприятных для его применения условиях, намыв в то же время не может быть использован при укладке обратной засыпки закрытых дрен. Причиной этому, наряду со сложностью осуществления самого технологического процесса, главным образом является заиление гравийно-песчаного фильтра и труб глинистыми частицами, находящимися в потоке во взвешенном состоянии. Кроме того, данный метод не исключает недостаток предыдущего, обрушения стенок траншей с повышением влажности грунта по периметру выемки.

Замочка грунта. В отличие от двух изложенных "мокрых" способов укладки грунта, вода в данном случае подается в траншею после полной, а при необходимости частичной, засыпки выемки. Благодаря этому вопрос обрушения вертикальных стенок траншей исключается, так как обратная засыпка, заполнившая пространство между стенками, противодействует этому.

Вода в засыпанную грунтом траншею при уплотнении обратной засыпки дрены способом замочки, может быть подана сверху или снизу.

Замочка грунта засыпки подачей воды сверху траншеи - наиболее распространенный и широко применяемый способ пр прокладке канализации, водопровода и газопровода, особенно в городах Средней Азии. Причиной является простота и лег-

кость его осуществления: вода из открытого канала или трубопровода течет в засыпанную траншею.

На строительстве закрытых дрен этот способ неприемлем, так как дренажная линия, в отличие от обычных трубопроводов, не имеет герметичности. Вода при замочке дрены сверху, не встречая сопротивления рыхло отсыпанного сухого грунта, устремляется вниз сосредоточенным потоком, унося с собой грунт, разрушая фильтр, и через стыки труб проникает в виде густой пульпы в трубчатую линию и забивает ее.

Выше отмечалось, что уплотнение обратной засыпки траншей только и вызвано необходимостью предохранения дрены от разрушения сосредоточенными токами сверху, в противном случае вопрос уплотнения не стоял бы так остро.

Исходя из изложенного следует, что замочка обратной засыпки сверху траншеи вредна и опасна для материальной части дренажа - фильтра, труб, колодцев и устья.

Замочка обратной засыпки снизу применима только в траншеях закрытых горизонтальных дрен, трубчатая линия которых имеет зазоры между трубами, или перфорацию. Грунт замачивается снизу вверх водой, подаваемой под некоторым напором в трубчатую линию через смотровые колодцы или устье.

Вода трубчатой линии, выходя из имеющихся отверстий или зазоров, заполняет поры подстилающего слоя фильтра, затем всю полость труб и в дальнейшем, преодолевая сопротивление слоя фильтра и засыпанного грунта, поднимается вверх. Положительная особенность этого способа - движение потока воды из трубчатой линии, а не в нее, чем устраняется возможность заиления фильтра и труб.

Вместе с тем замочка дрены только снизу имеет существенные недостатки: отмечается сравнительно низкая производительность, большой удельный расход воды, а также вымыв и разрушение фильтровой обсыпки при пропуске значительного количества воды через стыки труб и длительном воздействии на фильтр, в особенности при больших напорах.

Детальный анализ положительных сторон уплотнения обратной засыпки закрытых горизонтальных дрен замочкой, как сверху так и снизу, с проверкой всего технологического процес-

са производства работ в натуре, на специально построенных опытных дренах на полигоне САНИИРИ и в совхозе № 28 Голодной степи в 1965-1966 гг., позволил разработать и предложить совершенно новый метод [1]. Этот способ, названный "комбинированной замочкой", содержит в себе все положительные качества замочки сверху, исключая отрицательные стороны последних, на которые указывалось выше.

Сущность способа уплотнения грунта в траншеях закрытых горизонтальных дрен комбинированной замочкой состоит в том, что вода в начале подается в засыпанную траншею только снизу через трубчатую линию. После заполнения через стыки или перфорацию труб нижней части траншеи (до поднятия уровня воды на 0,3-0,4 м выше поверхности фильтровой обсыпки) вода в траншею начинает подаваться также и сверху. При этом расход, подаваемый снизу, удерживается таким, чтобы уровень на дне траншеи не падал ниже первоначального. Созданная таким путем водяная подушка предохраняет дренажную линию от разрушения и заиления мутным потоком, образованным водой, подающейся сверху.

Практическое осуществление комбинированной замочки, с целью улучшения антифильтрационной устойчивости обратной засыпки, требует внесения некоторых коррективов в технологическую последовательность строительства: строятся тупиковые дрены.

Тупиковые дрены прокладываются на расстоянии 10 м от верхней бровки коллектора. В результате между дреной и коллектором образуется перемычка из грунта естественного залегания, необходимая для заполнения траншеи дрены водой при уплотнении обратной засыпки замочкой.

I. В разработке и исследовании комбинированной замочки принимали участие сотрудники САНИИРИ: кандидат технических наук У.Ю.Пулатов (руководитель), гл.инж. С.А.Иванов (ответственный исполнитель), ст.инж. А.Абдурходжаев и инж. Э.М.Афанасьев.

На дренах (без уплотнения обратной засыпки), в концевой части, также отступя I0 м от коллектора, устраивается перемычка из уплотненного грунта. Для этого поперек дрены отрывается одноковшовым экскаватором траншея глубиной на 0,5 м ниже отметки дна дрены, которая затем заполняется грунтом отсыпкой в воду, после предварительного удаления одной устьевой трубы.

Дрены подсоединяются к коллектору только после завершения работ по уплотнению обратной засыпки. Перемычку разбирают одноковшовым экскаватором, спустя не менее трех суток после окончания замочки, и в открытую траншею укладывают недостающие трубы устья. Концевая часть устья (на отрезке I0 м) обратно засыпается без уплотнения.

Конструкция концевой части дрены (устья) и порядок ее прокладки в зависимости от поэтапности строительства дрены (тупиковой или сквозной) даны на рис. 3 и 4. Проверка в производственных условиях Голодной степи комбинированной замочки обратной засыпки на ряде построенных дрен позволила, наряду с уточнением некоторых элементов технологии строительства, определить в первом приближении технико-экономические показатели рекомендуемого метода, основные из которых вкратце излагаются ниже.

Как уже отмечалось, процесс уплотнения грунта обратной засыпки комбинированной замочкой предусматривает заполнение нижней части траншеи пропуском воды по трубчатой линии. В этом случае поток, пройдя через стыки труб и гравийно-песчаный фильтр, движется по дну траншеи, заполняя ее. Если при этом на дне траншеи имеется слой взрыхленного грунта, образуемого в результате воздействия зубьев ковша траншейного экскаватора и осыпи с поверхности, возможно частичное засорение фильтра глинистыми частицами по контакту с дном, а также в толще. Поэтому, для предотвращения образования мутного потока, а следовательно, и засорения фильтра, необходимо при строительстве дрены особое внимание обращать на высотное положение и техническое состояние подборщика (планировщика), устанавливаемого в нижней передней части бункера дреноукладчика. Он предназначен для очистки и планировки дна траншеи.

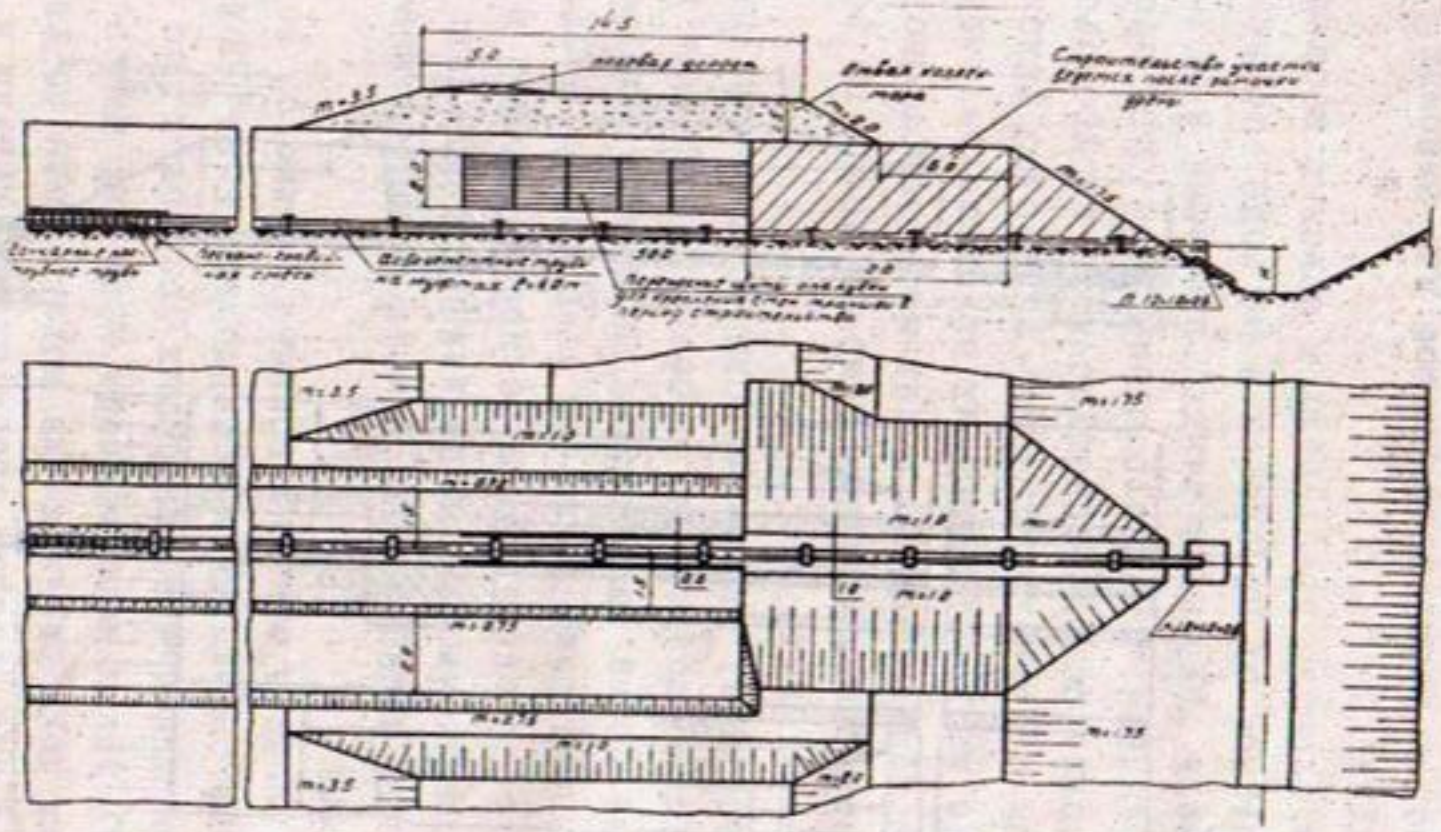


Рис.3. Конструкция и этапность строительства устья тупиковой дрены.

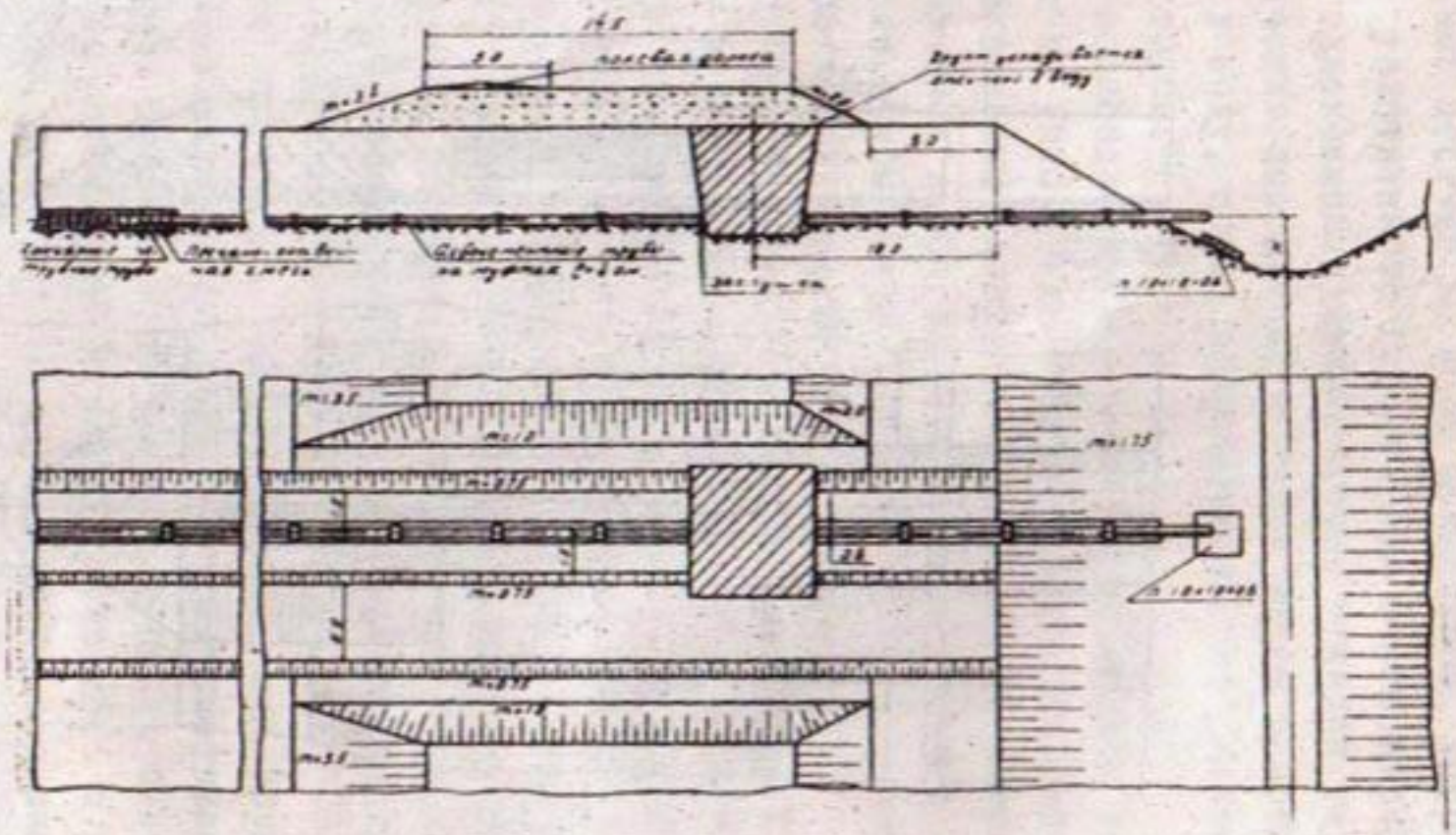


Рис.4. Конструкция и этапность строительства устья сквозной дрены.

Качественного выполнения требуют работы, связанные с монтажем смотровых колодцев, особенно собираемых из отдельных железобетонных колец длиной в I м. Тщательная заделка мест сопряжения колец между собой и с железобетонной плитой в основании предотвращает проникновение мутного потока (пульпы) , образуемого в период замочки вокруг колодца, внутрь сооружения, через неплотное примыкание элементов колодца.

Источником забора воды для замочки дрены может служить лотковая оросительная сеть, подземные напорные трубопроводы или обычные оросительные каналы и коллекторы. В первых двух случаях для подачи воды по гибким шлангам к колодцу дрены используется наличный напор, в остальных требуется применение насосных установок. Во всех случаях водозабора оптимальным количеством воды, подаваемым для замочки дрены в единицу времени, является расход, равный 25-30 л/сек.

Обратная засыпка дрен комбинированной замочкой уплотняется в зависимости от ее длины, в один или несколько приемов. Если длина дрены не превышает 500 м, происходит одновременная замочка ее по всей протяженности; в противном случае дрена разбивается на два, а при большей длине и на три самостоятельных отрезка. Границами между отрезками (участками) служат колодцы с хорошим уплотнением грунта вокруг них.

В случае одновременной замочки дрены по всей длине подача воды начинается от начального, смотрового колодца. Уплотнение же дрен, разбитых на самостоятельные участки, начинается с нижнего отрезка, считая по уклону, и вода для замочки подается от промежуточного смотрового колодца,служащего границей между отрезками дрен. При этом верхняя по уклону часть трубчатой линии, входящая в колодец, изолируется заглушкой от попадания в нее воды. По завершению работ на нижнем отрезке приступают к замочке последующего верхнего участка.

Количество воды, необходимое для замочки I пог.м траншеи шириной 0,6 м и глубиной 3 м , в зависимости от

влажности грунта, длины дрены и подаваемого расхода, составляет 2-3 м^3.

Ожидаемая продолжительность замочки (в часах) ориентировочно может быть установлена по формуле:

$$T = 0{,}7\,\frac{L}{q}$$

где L - длина одновременно замачиваемого участка дрены, м,

q - подаваемый для замочки расход, л/сек.

Завершающей фазой технологического процесса, связанного со строительством закрытых горизонтальных дрен, независимо от способа прокладки является пропуск воды через трубчатую линию. Эта операция, наряду с проверкой отсутствия закупорки дрен, позволяет промыть всю линию от наносов, могущих попасть в период строительства, а также уплотнения обратной засыпки дрен.

Состав бригады по замочке дрены состоит из трех человек: бригадира-рабочего УI , моториста-рабочего У и разнорабочего 1У разрядов.

Согласно произведенным расчетам, стоимость замочки 1 пог.м дрены при работе в сухих грунтах (3-7%) составила 0,22 руб.; средней влажности (8-12%) - 0,19 руб., во влажных (13-17%) - 0,16 руб.

По материалам исследований уплотнения обратной засыпки закрытых горизонтальных дрен комбинированной замочкой составлена инструкция, в которой подробно изложен весь технологический процесс работ по замочке, приведен перечень необходимого инструмента, оборудования и состав обслуживающего персонала, дана методика контроля качества работ и некоторые другие сведения.

Данная инструкция одобрена проектными и производственными организациями, занятыми строительством закрытых горизонтальных дрен в орошаемой зоне и рекомендована к изданию.

Рассмотрение состояния вопроса обратной засыпки траншей закрытых горизонтальных дрен и краткий анализ применяемых в строительстве способов уплотнения грунта с позиции возможности их использования на таких специфичных работах, как про-

кладка материального дренажа в орошаемой зоне, позволяет сделать следующие выводы:

1) несмотря на всю остроту вопроса и важность операции уплотнения обратной засыпки закрытых горизонтальных дрен, от которой во многом зависит качество и сохранность построенных мелиоративных сооружений, а также возможность использования под посевы наддренных полос, эти работы практически не выполнялись до последнего времени из-за отсутствия специальных средств механизации и самого апробированного способа стабилизации грунта в подобных выемках ;

2) из существующих способов уплотнения грунта наиболее приемлемы трамбование и замочка, позволяющие производить работы после полной засыпки траншеи. Последнее значительно упрощает технологический процесс строительства и предохраняет вертикальные стенки выемки от обвалов и разрушений в процессе уплотнения ;

3) наряду с новизной рассматриваемого вопроса, основная причина отсутствия средств механизации для выполнения работ по трамбованию обратной засыпки дрен - отсутствие научно-обоснованных технических требований на подобные машины. Поэтому исследования, направленные на выявление оптимальных параметров ударных рабочих органов, установление потребных режимов трамбования, разработку технологии уплотнения грунта в траншеях закрытых дрен и т.п., актуальны и неотложны ;

4) разработанный отделом организации и механизации водохозяйственных работ САНИИРИ новый способ уплотнения грунта обратной засыпки дрен комбинированной замочкой, проверенный в производственных условиях Голодной степи, делает поверхностное затопление дрены не опасным для ее сохранности и, следовательно, позволяет увеличить площадь использования поливных земель с густой сетью дрен на 8-10%.

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. Пулатов У.Ю., Бердянский В.Н. Механизация строительства закрытого горизонтального дренажа в орошаемой зоне. "Механизация хлопководства", № 9, 1960.

2. Пулатов У.Ю., Островский Э.М. Уплотнение грунтов обратной засыпки траншей при строительстве закрытого горизонтального дренажа. "Механизация хлопководства", № 7, 1963.

3. Хархута Н.Я., Васильев Ю.М. Устойчивость и уплотнение грунтов дорожных насыпей. Автотрансиздат, М., 1964.

4. Кириллов А.А., Фролов Н.Н. Гидротехнические сооружения на оросительных системах в лёссовых просадочных грунтах. М., 1963.

В.Д. ЛАЗАРИДИС

ВЛИЯНИЕ ОРОШЕНИЯ НА МЕЛИОРАТИВНОЕ СОСТОЯНИЕ ЗЕМЕЛЬ СОВХОЗА № 6 ГОЛОДНОЙ СТЕПИ

Орошение новоосвоенных целинных земель Голодной степи при необеспеченной естественной и искусственной дренированности вызывает резкий подъем минерализованных грунтовых вод, вследствие чего катастрофически возрастает вторичное засоление почво-грунтов. Эти явления наблюдались в совхозах № 4 и 5, где большая часть площади сильно засолена.

Непрерывно увеличивается площадь засоленных земель и в совхозе № 6: 1000 га в 1963 г., 1833 га в 1964 г. и 2833 га в 1965 г.

Трехлетние наблюдения показывают, что причиной этого подъема являются большие оросительные нормы - 11000-12000 $м^3$/га. Следовательно, крайне необходимо внедрять современные методы орошения (полива) и создавать надежные дренажные системы для регулирования водно-солевого баланса.

Заложенные нами весной 1964 г. шурфы в зоне аэрации и анализ почвенных образцов показали, что профиль южной части территории совхоза типичен для солончаков с преобладанием луговых почв. В центральной и северной части напротив, слой почво-грунтов до 1,0 м представлен незасоленными сероземно-луговыми и светлыми сероземными почвами. Однако ниже метрового слоя сосредоточены огромные запасы солей; которые при подъеме минерализованных грунтовых вод начали интенсивно выноситься и засолять верхние почвенные горизонты.

В зависимости от глубины залегания грунтовых вод нами на территории совхоза выделены три зоны.

П е р в а я примыкает к трассе Южно-голодностепского канала (ЮГК) и расположена на периферийной части Джизакского конуса выноса. Сложена лёссовидными суглинками, подстилаемыми слоистыми тяжелыми глинами и гипсом. Грунтовые воды, сильноминерализованные - 18-43 г/л плотного остатка - залегают на глубине 1-3 м.

В т о р а я зона выделяется в центральной части территории совхоза. Минерализация грунтовых вод колеблется в

пределах 6-17 г/л плотного остатка и находится на глубине 3-5 м.

Почвенный покров представлен сероземно-луговыми со средним механическим составом почвами, развитыми на слоисто-суглинистых, супесчано-глинистых отложениях; местами встречаются прослойки гипса.

Третья зона расположена на северо-западной части территории совхоза. Почвенный покров - светлые сероземы с легкими почвами ближе к средним по механическому составу. Грунты с глубины 1,2-1,9 м представлены слоистыми средними и легкими суглинками, перемешаны с гипсом. Грунтовые воды находятся на глубине 6-10 м с минерализацией 4-13 г/л плотного остатка.

В геоморфологическом отношении II и III зоны относятся к центральной Голодностепской равнине, расположенной на озерно-пролювиальных отложениях.

На территории вышеуказанных зон совхоза для дальнейших наблюдений были выбраны три опытных участка (рис. 1).

Первый участок характеризует земли первой зоны и расположен вблизи ЦГК. Общая площадь 60 га, из которых под хлопчатником в 1965 г. было занято 33 га, остальная оставлена в качестве мелиоративного поля. Горизонтальный дренаж, протяженностью 72-75 пог.м/га, построен в конце июня 1965 года. Коэффициент фильтрации почво-грунтов - 0,24 м/сутки. Оросительная вода на участок подается по каналу-лотку КР-17-1 и каналу КР-17 п и помощи насоса. В мае 1965 г. на территории участка мы установили три створа наблюдательных скважин, по которым следили за режимом грунтовых вод (рис. 2, 1).

Для определения поливных норм и дренажного стока на участках, а также составления водного баланса (по I и II участку) установлены гидропосты.

Второй участок в 150 га расположен во второй зоне. В 1965 г. полностью засевался хлопчатником. Коэффициент фильтрации - 0,52 м/сутки. На участке имеются открытый и закрытый коллекторы К-7-6-1 и К-7-6-2 общей длиной 2 км, расстояние между ними 1000 м. Проектный закрытый горизонтальный дренаж пока не построен.

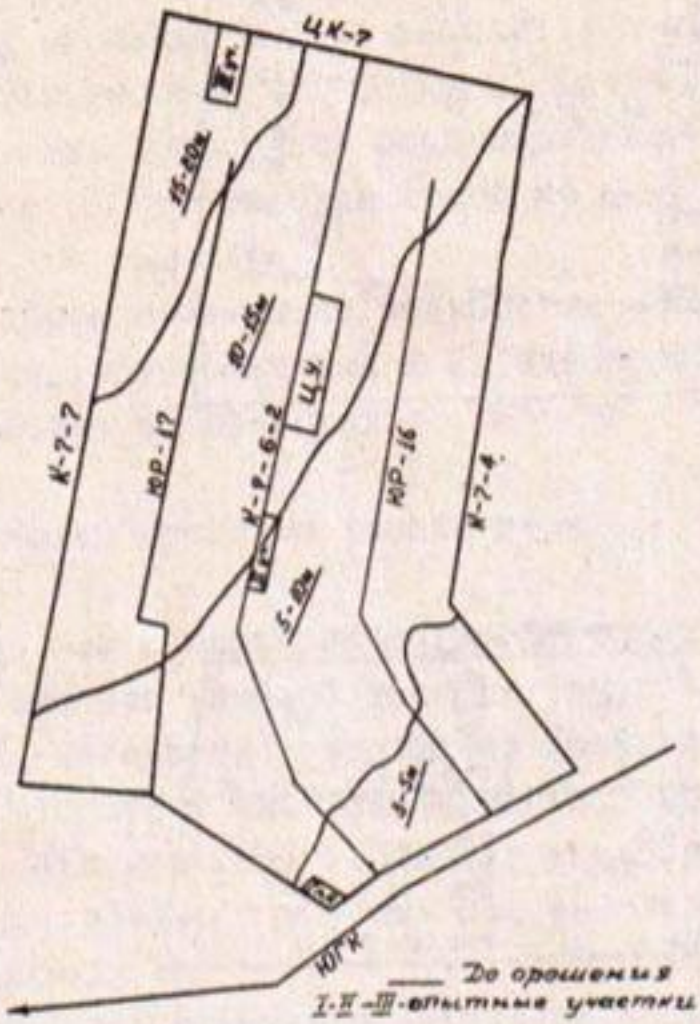


Рис.I.

Карта - схема изменения глубины залегания грунтовых вод на территории с-за №6 Голодной степи (1960 г.)

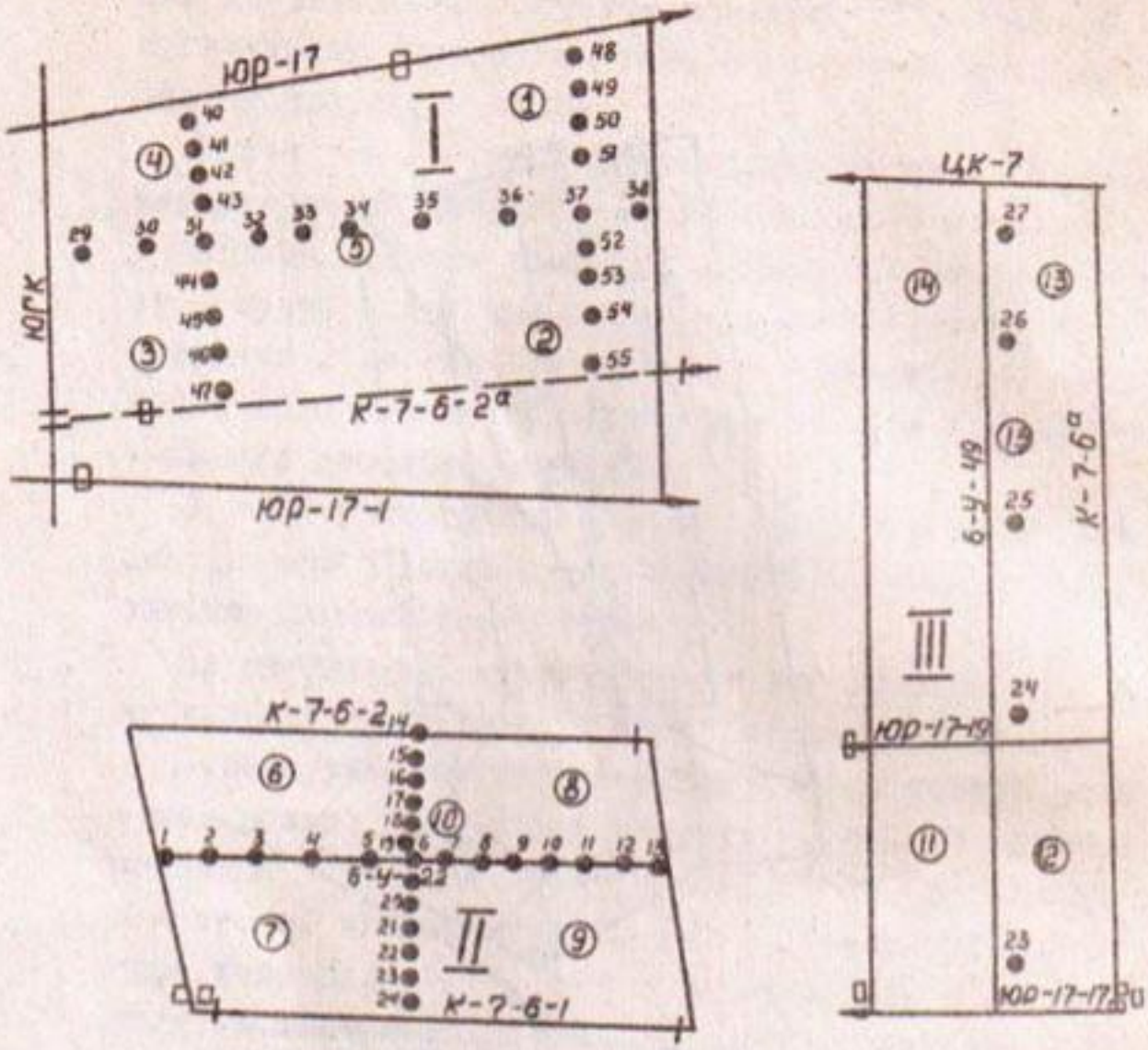


Рис.2. План № I. I,II,III - участки детальных исследований совхоза №6 Голодной степи :•I - наблюдательные скважины;□-2 - гидростворы;⊙ 3 - типичные скважины;
I- 4 - гидропосты.

Оросительная вода подается по лотку У-6-22. В виду того, что лоток не командует на северо-восточной части участка, параллельно коллектору К-7-6-I прорыт канал в земляном русле, вода подается по трубе, берущей начало из канала ЮР-I6. Построены два створа наблюдательных скважин (рис. 2,П).

Третий участок площадью 186 га находится в третьей зоне в 1965 г. полностью засеян хлопчатником. Почво-грунты имеют K_{Φ} = 0,55 м/сутки. Водоподача осуществляется из лотков и земляных каналов. Построен один створ из пяти скважин (рис. 3,Ш).

В настоящей работе излагаются результаты исследований по режиму орошения, грунтовых вод и их минерализации, а также солевого режима почво-грунтов.

Режим орошения хлопчатника

Территория совхоза по климатическим факторам относится к аридной зоне, где при высокой температуре воздуха и орошении наблюдается интенсивное испарение минерализованных грунтовых вод и вторичное засоление земель. Проектный режим орошения составлен в 1963 г. институтом "Средазгипроводхлопок", когда уровень грунтовых вод находился на глубине 3-I5 м и более.

После орошения стал отмечаться активный подъем уровня грунтовых вод, который в 1964 г. на южной части территории совхоза залегал на глубине 1-3 м, в центральной - 3-5 м, а в северной - 6-I0 м. Этот процесс был вызван большими оросительными нормами, применяемыми в хозяйстве. Из данных, характеризующих подачу воды на территории совхоза по годам (табл.I) видно, что , с одной стороны, посевные площади хлопчатника из года в год уменьшаются, а с другой - оросительные нормы увеличиваются и доходят до II-I2 тыс.$м^3$/га.

Вода на территорию совхоза подается по забетонированным каналам ЮР-I6 и ЮР-I7, а распределение ее внутри хозяйства осуществляется в основном лотками.

Таблица I.

Водоподача на территории совхоза и оросительные нормы за период 1961-1965 гг.

Год	Общая площадь совхоза га (брутто)	Площадь под хлопчатником и огородами, га	Общая водоподача, млн.м³	Оросительные нормы, м³/га
1961	11912	6464	71000	11500
1962	11912	9870	103020	10120
1963	11912	8640	83900	9700
1964	11912	8011	93372	11600
1965	11912	7740	90430	11700

Из-за плохой планировки встречаются такие поливные участки, где макроповышения и макропонижения доходят до 15-30 см; местами до 0,4-0,6 м, именно на этих местах происходит подсушка и затопление хлопчатника. К.П.Д. лотковой сети 0,75-0,85.

Для оценки режима орошения хлопчатника на участках детальных исследований мы в 1964-1965 гг. провели замеры поливных и оросительных норм (табл. 2).

Как видно из табл. 2 , фактический режим орошения значительно отличается от проектного на Ш участке, где уровень грунтовых вод находится на глубине 6-10 м, а на I и П участках это отличие составляет 1400-1900 м³/га.

Подсчитанные нами поливные нормы по дефициту влаги отражают поливные нормы на данном участке без потери воды на фильтрацию , испарение и сброс.

С учетом этого для данных участков (зон) предлагаем следующие оросительные нормы:

I мелиоративная зона - 4-5 тыс.м³/га - 4 полива,

П мелиоративная зона - 5-6 тыс.м³/га - 4 полива,

Ш мелиоративная зона - 6-7 тыс.м³/га - 4-5 поливов.

В результате применения больших оросительных норм на территории с необеспеченной естественной и искусственной дренированностью в процессе освоения земель совхоза за 5 лет произошли значительные почвенно-мелиоративные изменения.

Таблица 2

Проектный (Средазгипроводхлопок) и фактический режим орошения на территории совхоза № 6 (культура - хлопчатник)

№№ участков	Число поливов			Поливной период, дней			Поливная норма, м³/га			
	по проекту	фактическое		по проекту	фактически		по проекту	фактическая		Расчетная по дефициту влаги 1965 г.
		1964 г.	1965 г.		1964 г.	1965 г.		1964 г.	1965 г.	
I	I	I	I	2I	-	2I	800	-	I769	600
	2	2	2	I7	-	I9	900	-	2080	742
	3	3	3	I5	-	I7	1000	-	I880	649
	4	-	4	I5	-	I8	1000	-	I490	848
	5	-	-	I5	-	-	900	-	-	-
	6	-	-	I9	-	-	700	-	-	-
Итого	6	3	4	I02	-	75	5300	-	7219	2839
II	I	I	I	2I	2I	33	800	I600	I770	I030
	2	2	2	I7	26	5I	900	2350	3040	I003
	3	3	3	I5	I9	34	1000	2010	I890	84I
	4	4	-	I5	I8	-	900	I900	-	-
	5	-	-	I5	-	-	900	-	-	-
	6	-	-	I9	-	-	700	-	-	-
Итого	6	4	3	I02	84	II8	5300	7860	6700	2874
III	I	I	I	2I	-	27	800	-	I730	I729
	2	2	2	I7	-	3I	900	-	2513	2I3I
	3	3	3	I5	2I	25	I000	2960	I747	I34I
	4	4	4	I5	I9	20	I000	2853	2520	I876
	5	0,5	5	I5	-	I9	900	-	24I0	899
	6	-	-	I9	-	-	700	-	-	-
Итого	6	4,5	4	I02	-	-	5300	-	I0920	7976

Таблица 3

Изменение залегания глубины грунтовых вод

Зона	Глубина залегания гр. вод (проектные данные), м	По годам, Весна / осень					Величина подъема уровня грунтовых вод в период орошения (1961-1965 гг.) от исходного, м				
		1961	1962	1963	1964	1965	За 1-й год	За 2-й год	За 3-й год	За 4-й год	За 5 лет
I	3-5	4,0 / 3,0	2,9 / 2,4	2,6 / 2,05	2,1 / 1,9	2,2 / 3,05	1,0	1,6	1,95	2,1	0,95
II	5-10	-	7,2 / 5,1	5,8 / 4,05	4,6 / 3,4	4,0 / 3,2	-	2,4	3,47	4,1	4,3
	на севере зоны 10-15	-	9,3 / 7,1	7,6 / 5,2	6,1 / 4,3	4,1 / 3,4	-	5,4	7,3	8,2	9,1
III	15-20	- / 18,2	18,0 / 15,9	16,0 / 15,0	15,2 / 11,9	10,5 / 6,9	-	1,6	2,5	5,6	10,6
	Среднегодовой подъем уровня грунтовых вод, м :						1,0	2,75	3,8	5,0	6,2

Так, если до орошения на территории совхоза площадей с глубиной грунтовых вод от I до 3 м не было, то после 4 лет орошения они занимают около 44% от общей площади. Это произошло за счет уменьшения в 1964 г. земель с грунтовыми водами от 5 до 10 м и ликвидации в 1965 г. площадей с глубиной этих вод от 15 до 20 м, т.е. в 1965 г. уровень грунтовых вод стабилизировался на глубине 3-4 м, а площадь с глубиной 5-10 м составляла 30%.

При сопоставлении карты 1964-65 гг. (рис. 3) видно, что площади с глубиной 1-3 м значительно уменьшились, а с уровнем 3-5 м - увеличились и занимают почти всю территорию совхоза. Это произошло благодаря строительству в 1965 г. закрытого горизонтального дренажа в южной части совхоза и маловодности указанного года. При существующем режиме орошения в хозяйстве и недостаточной дренированности грунтов в целом на территории совхоза в 1966 г. исчезли площади с залеганием уровня грунтовых вод на глубине 8-10 м.

В табл. 3 приводятся данные по изменению уровня грунтовых вод по годам и мелиоративным зонам на территории совхоза.

С целью понижения уровня грунтовых вод и улучшения мелиоративного состояния земель совхоза, начиная с 1963 г. развернулось строительство закрытой коллекторно-дренажной сети (табл. 4).

Таблица 4

Удельная протяженность КДС в совхозе № 6
(ноябрь 1965 г.)

Год	Протяженность, пог.м/га		Всего	Распределены по зонам, пог.м/га			По проекту, пог.м на га, (1963 г.)
	дрен	коллект.		I	II	III	
1963	4,0	5,1	9,1	5,0	3,0	0,6	
1964	10,0	10,0	20,0	13,4	6,0	0,6	75,0
1965	17,0	10,0	27,04	45,0	25,0	12,0	

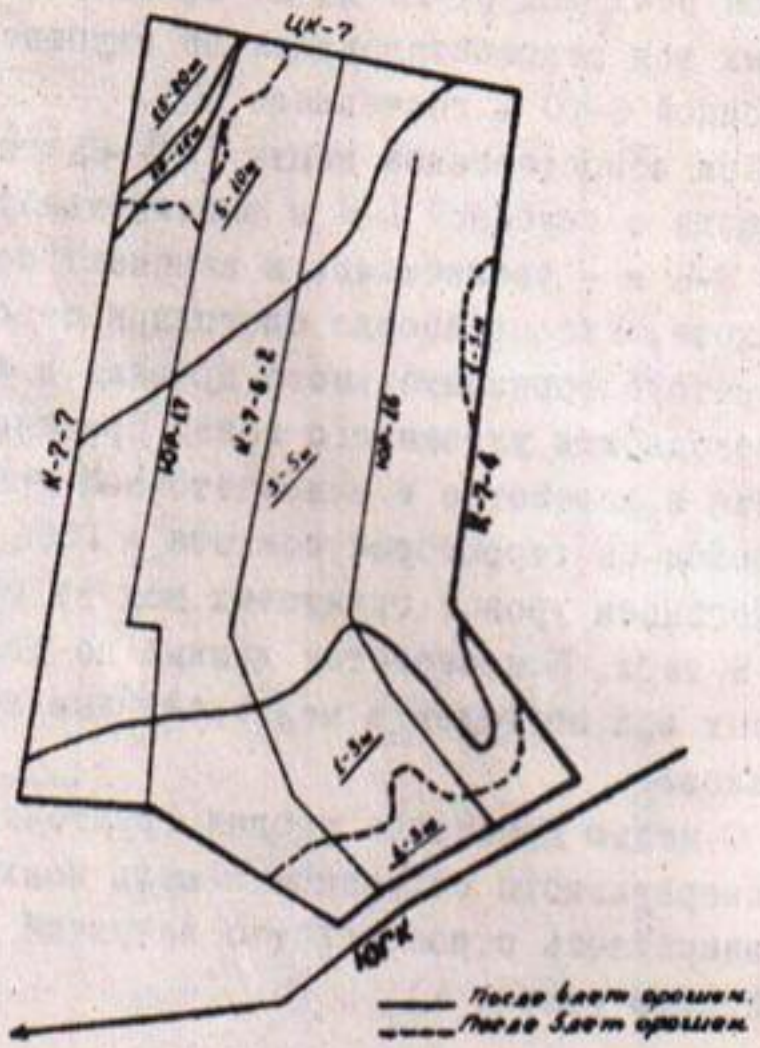


Рис.3. Карта-схема изменения глубины залегания грунтовых вод на территории с-за №6 Голодной степи после 4 и 5 лет орошения (1964 -1965гг.).

Как видно из табл. 4, протяженность КДС по сравнению с проектной явно недостаточна в хозяйстве и пока на II и III зонах территории совхоза не обеспечивает понижения уровня грунтовых вод за исключением I зоны, где длина КДС равна 45 пог.м/га.

Кроме закрытой КДС, на территории совхоза (юго-восточная часть, I-е отделение) построено 12 скважин вертикального дренажа, на которых работает 3, иногда 5 скважин с дебитом 6-8 л/сек.

Данные, характеризующие работу закрытой КДС по I и II мелиоративным зонам, за вегетационный период хлопчатника приведены в табл. 5, из которой видно, что во II зоне удельная протяженность дренажа почти в 3 раза меньше, чем в I, а дренажный модуль в 1,5-2 раза больше. Это объясняется тем, что уровень грунтовых вод во II зоне во время вегетации залегает более близко к поверхности земли, а также коэффициент фильтрации почво-грунтов здесь больше, чем в I зоне ($К_{ф2}$ = 0,52 м/сутки и $К_{ф1}$ = 0,24 м/сутки).

КДС на режим грунтовых вод влияет по-разному. Если на южной, центральной и частично северной частях территории (грунтовые воды близки к поверхности земли) в вегетационный период КДС играет роль ускорителя оттока подземных вод, то на землях третьей зоны (грунтовые воды на глубине более 4-6 м) она - дополнительный источник питания грунтовых вод.

В настоящее время грунтовые воды на территории совхоза сильно минерализованы - макс. 30-40 г/л и мин. 5-10 г/л плотного остатка (табл. 6).

Из табл. 6 видно, что наиболее высокая минерализация приурочена к территории совхоза с близкими залеганиями грунтовых вод - 3 м (во время вегетации I зоны), а наименьшая - с глубиной их залегания 3-5 м (II зона). Но в дальнейшем, в результате беспланового орошения и при недостаточной дренированности территории 2-й и 3-й зон степень минерализации может увеличиться.

Минерализация грунтовых вод после полива в I зоне увеличивается. При этом образования пресноводной подушки не

Таблица 5

Сток КДС

Зоны	Протяженность, пог.м на га	Количество	Площадь, га	Расход КДС, л/сек					
				поступление с других участков		Отвод с территории участка		Дренажный модуль, л/сек/га	
				Открыт	Закрыт	Открыт	Закрыт	Открыт	Закрыт
I	72-75	I	60	-	-	0,0	2,62	-	0,044
		2	60	-	-	0,0	1,93	-	0,032
		3	60	-	-	0,0	1,58	-	0,026
		4	60	-	-	0,0	2,56	-	0,042
II	25	I	150	20,04	0,0	24,8	1,85	0,031	0,012
		2	150	32,2	0,0	36,9	2,7	0,032	0,012
		3	150	57,1	0,0	62,4	3,82	0,035	0,025

ПРИМЕЧАНИЕ : КДС обслуживает еще 75 га смежных полей

Таблица 6

Характеристика минерализации грунтовых и дренажных вод

Номер участка	Типичные скважины	Номер поливов							
		I		2		3		4	
		перед поливом	после полива	перед поливом	после полива	перед поливом	после полива	перед поливом	после полива
I	I,2,3,4,5	I8,9	36,7	29,7	43,4	30,5	35,8	46,0	4I,2
II	6,7,8,9,I0	I7,2	6,2	9,I	9,5	I5,7	9,I	-	-
		Минерализация КДС (плотный остаток, г/л)							
I	КДС	32,6	44,0	-	45,0	37,5	52,3	46,0	4I,I
II	КДС	II,3	I4,5	-	I8,7	20,5	38,6	2I,5	I6,3

наблюдается. Минерализация дренажных вод после каждого полива возрастает, и иногда превышает минерализацию грунтовых вод на 10-15 г/л по плотному остатку, в конце вегетационного периода они почти равны.

Засоление почво-грунтов тесно связано с режимом грунтовых вод. Так, в 1964 г. площадь засоления составила 1833 га, в 1965 г. - 2333 га, т.е. с ростом площади с близким залеганием грунтовых вод увеличивается площадь сильно засоленных земель и только за 1965 г. выпало около 500 га дополнительных земель из сельскохозяйственного оборота.

Зона I. При сопоставлении степени засоления по годам видно, что на четвертый год орошения идет интенсивное засоление по хлору и по плотному остатку до глубины 2 м. На пятый год орошения эта картина меняется. В 1965 г. уменьшилось содержание солей в слое 0,5-0,8 м по плотному остатку. Это объясняется тем, что в 1965 г. в этой зоне была построена КДС, что подтверждается данными солевого баланса: приход солей равнялся 10 т/га, отвод - 29 т/га, т.е. в среднем с одного гектара было вынесено 19 т/га солей. Эти цифры незначительны, если учесть, что проектный дренажный модуль (0,30 л/сек) в 10 раз больше.

В слое 1-2 м засоление по плотному остатку увеличивается. Это происходит, по-видимому, за счет выноса солей из верхнего слоя в нижние в процессе вегетационных поливов, а в слое ниже 2 м степень засоления под действием КДС уменьшается, а по хлору наблюдается рассоление до глубины 3 м.

Зона II. Процесс накопления солей здесь происходит на пятый год орошения. Особенно это явление наблюдается на глубине 0-1,5 м, ниже запасы солей почти не изменяются. По хлору отмечается рассоление до одного метра, по сравнению с 1964 г., и ниже, по сравнению с периодом до начала освоения.

Зона III. В этой зоне протекает дальнейший процесс засоления как по плотному остатку, так и по хлору. Грунтовые

воды находятся на глубине 6-10 м и, следовательно, соли поступают с оросительными водами.

Передвижение солей и засоление корнеобитаемого слоя оказывают большое влияние на урожайность хлопчатника (табл. 7).

Из табл. 7 видно, что хозяйство из года в год увеличивает урожайность хлопчатника за счет агроприемов. Но урожайность отдельно по мелиоративным зонам совхоза различна: в первой зоне она наименьшая (в 1965 г., по сравнению с 1964 г. , в результате рассоления она незначительно увеличилась - на 0,6 ц/га.) Во второй зоне урожайность остается высокой, но в 1965 г., по сравнению с 1964 г. и с 1963 г., она уменьшилась соответственно на 0,4 и на 0,7 ц/га (вследствие поднятия минерализованных грунтовых вод и засоления почв).

В третьей зоне урожайность самая высокая, и по сравнению с 1964 г. она увеличилась на 9,8 ц/га, что объясняется слабой засоленностью почво-грунтов и низким уровнем грунтовых вод (6-10 м), а также проведением дополнительных земляных каналов, которые способствовали уменьшению площадей подсушки на 170 га, по сравнению с 1964 г., и на 240 га по всему совхозу.

Выводы

1. В первой зоне до строительства КДС в 1964 г. наблюдался интенсивный процесс вторичного засоления почв, что привело к выходу освоенных земель из сельскохозяйственного оборота (1833 га).

2. Во второй зоне продолжается подъем уровня минерализованных грунтовых вод и связанный с ним процесс вторичного засоления, что объясняется недостаточной протяженностью дренажной сети.

3. В третьей зоне наблюдается интенсивное поднятие уровня минерализованных грунтовых вод до 2-3 м за год, вызванное

Таблица 7

Характеристика земель и урожайность хлопчатника

в совхозе № 6 по зонам

Зона	Динамика площадей и урожайность хлопчатника по годам, ц/га					Площади выпавших земель из с/х оборота за счет		
	1961	1962	1963	1964	1965	засоления, га		подсушки, га
						1964	1965	1964	1965
I	32,40 / 8,5	3600 / 14,2	2120 / 19,2	411 / 14,12	130 / 14,7	1800	533	-	-
II	24,24 / 12,1	2500 / 17,0	3750 / 24,7	5450 / 24,4	6150 / 24,0	33	1600	182	115
III	-	2040 / 9,77	2200 / 15,3	1950 / 24,2	660 / 34,0	-	-	230	60
Итого	5664 / 9,8	8540 / 13,6	8070 / 20,6	7811 / 21,0	6940 / 24,2	1833	2333	412	175

избыточной фильтрацией оросительной воды, и процесс соленакопления.

4. Поливной режим хлопчатника в хозяйстве существенно отличается от проектного : число поливов здесь меньше, а оросительные нормы и межполивной период - больше.

5. Минерализация грунтовых и дренажных вод после каждого полива в первой зоне увеличивается, а во второй зоне после первого полива уменьшается, и в последующих поливах она почти не изменяется.

О.Д.ВЕЛИЧАЙ, Г.В.ЕРЕМЕНКО, А.УСМАНОВ

ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ РАЗЛИЧНЫХ ТИПОВ ДРЕНАЖА В ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ ЗАПАДНОЙ ФЕРГАНЫ

Эффективность капитальных вложений в мелиоративные мероприятия обосновывается технико-экономическими показателями того или другого типа дренажа. Они должны рассматриваться в комплексе: по видам затрат (удельные капиталовложения на строительство и расходы на эксплуатацию единицы длины открытой или закрытой дрены, одной скважины вертикального дренажа, или стоимость дренажа на единицу площади и дальней ие - эксплуатационные - затраты на него, связанные с получением проектных дренажных условий) и мелиоративному эффекту (существующий или проектный дренажный модуль, скорость снижения грунтовых вод, темпы рассоления почво-грунтов и грунтовых вод и др.).

Указанные показатели по широкому производственному использованию открытого горизонтального дренажа, а также по проектным проработкам и показателям опытно-производственных участков закрытого и вертикального дренажа в Ферганской области и в Голодной степи позволяют сделать первую комплексную оценку имеющихся типов дренажа.

Схема работы и расчеты дренажа, работающего для осушения, резко отличаются от задач и расчетов дренажа, работающего на рассоление. Поэтому, когда действие дренажа оценивается общей фразой "борьба с засолением и заболачиванием" - невольно допускается принципиальная ошибка.

Общепризнано, что действие любого типа рассоляющего дренажа должно сводиться не столько к понижению грунтовых вод, сколько к созданию циркуляции воды, чтобы появилась возможность отвода минерализованных грунтовых вод и замещение их пресными. Однако механизм действия отдельных

видов дренажа, их технико-экономические показатели и мелиоративная эффективность изучены далеко недостаточно.

Рассмотрим различные типы дренажа.

Открытый горизонтальный дренаж

Наибольшее распространение как в Ферганской долине, так и в других орошаемых зонах получил открытый горизонтальный дренаж той или иной глубины и "густоты". Этот тип дренажа известен с глубокой древности, отличается простотой и доступностью выполнения для условий безнапорных вод и неоплывающих грунтов. Горизонтальный закрытый, и особенно вертикальный дренаж стали применяться сравнительно недавно.

Общая протяженность коллекторно-дренажной сети (КДС) в Ферганской области составляет 6804 км (на I/I-1964 г.), в том числе по Западной Фергане (Кокандская группа районов) 2960 км. Дренаж наиболее развит в межконусных понижениях (55-60 пог.м/га) и на периферии конусов выноса (30-35 пог.м/га).

Всего по области охвачено дренажом 223 737 га, из которых 140 тыс.га нуждаются в ежегодных промывках. В среднем по области густоте дренажа составляет 30,5 пог.м/га.

Под коллекторно-дренажную сеть отведена площадь около I5,7 тыс.га (7%). Ежегодно проводятся громадные работы по очистке и ремонту КДС (табл. I).

Ежегодно на очистку и ремонт указанной сети затрачивается от 832 до I970 тыс.руб.

За время с I944 г. на строительство и реконструкцию КДС израсходовано свыше 30,44 млн.рублей, при этом объем выполненных земляных работ равен I08,72 млн.$м^3$.

В соответствии с указанными затратами, удельные капиталовложения на строительство и реконструкцию I км дренажа уже составили 4473,6 руб.; причем, в зонах площадного, руслового выклинивания грунтовых вод и на центральных частях конусов выноса рек эти затраты равны 3200 руб/км, а

Таблица I

Объемы работ по очистке и ремонту КДС, выполненные механизмами и вручную за последние 5 лет

Годы	Категория сети	Механизмами, тыс.м^3	Вручную, тыс.м^3	Всего тыс.м^3
1959	Межхозяйственная	1978,3	32,0	2010,3
	Внутрихозяйственная	1107,0	638,0	1745,0
	Итого	3085,3	670,0	3755,3
1960	Межхозяйственная	2657,0	85,0	2742,0
	Внутрихозяйственная	2929,0	1038,0	3967,0
	Итого	5586,0	1123,0	6709,0
1961	Межхозяйственная	1757,0	6,0	1763,0
	Внутрихозяйственная	1704,0	461,0	2165,0
	Итого	3461,0	467,0	3928,0
1962	Межхозяйственная	1736,0	-	1736,0
	Внутрихозяйственная	3460,0	635,0	4095,0
	Итого	5196,0	635,0	5831,0
1963	Межхозяйственная	2167,3	-	2167,3
	Внутрихозяйственная	3187,0	1122,0	4309,0
	Итого	5354,0	1122,0	6476,3

в межконусных понижениях и на периферии конусов выноса рек они вырастают до 5820 руб/км (табл. 2).

Таблица 2

Удельные фактические капиталовложения на строительство 1 км открытой КДС

Характеристика гидрогеологических условий	Стоимость строительства (рубли) 1 км дрены при глубине				
	до 1,0 м (временный дренаж)	2,0м	2,5м	3,0м	3,5м
Зона выклинивания и центральная часть конусов выноса рек	-	1296	2300	3622	-
Межконусные понижения, периферии конусов выноса рек и аллювиальная долина р.Сырдарьи	167-241	1380	2990	4312	5550

С учетом строительства межхозяйственной коллекторной сети и сооружений средняя стоимость I км КДС увеличивается вдвое и составляет I0-II тыс.руб/км, или около 30 руб/га.

Осредненные за последние 7 лет (по данным Ферганского ОблУОС) фактические эксплуатационные затраты на содержание открытой КДС приведены в табл. 3.

Таблица 3

Средние затраты на содержание открытой КДС

Категория КДС	Общая протяженность системы, км	Ежегодные затраты на очистку, реконстр., ремонт сооруж. и содержание штата, тыс. руб.	Ежегодные эксплуатац. затраты, руб/км	Эксплуатац. затраты (руб.), осредненные на I км КДС	Осредненные эксплуатационные затраты по области, руб/га
Межхозяйственная	2452,8	519,62	211,9		
			I93,8	5,9	
Внутрихозяйственная	4352,5	800,4	I83,9		

Работы по реконструкции и содержанию коллекторно-дренажной сети ведутся с I956 года, но в результате оплывания откосов, заносов песком при сильных ветрах и в силу напорности грунтовых вод до сих пор на значительной ее части поддержать проектные глубины не удается. В условиях Ферганы углубление открытой КДС свыше 2,5-3,0 м (не считая магистральных коллекторов, проходящих по наибольшему уклону местности) дает временный эффект и в течение одного-трех лет вновь оплывает, заиляется, зарастает и требует прочистки. Увеличивается общая длина КДС, растут объемы очистительных работ, и хозяйства не всегда успевают в срок провести необходимые мероприятия.

Значительная часть построенного дренажа, особенно

внутрихозяйственного, расположенного в межконусных понижениях и по периферии конусов выноса рек, находится в запущенном состоянии и выключается из работы общей мелиоративной системы. Большой вред открытому дренажу и мелиорации земель причиняет резкое маловодье. Водообеспеченность Ферганской области даже поныне действующим заниженным режимам орошения не превышает 75-80%, а на ряде систем (Сохской и Исфаринской) она иногда снижается до 56%. (1960-1962 гг., 1965 г.).

Из-за недостатка воды и подсушек происходит опадание плодоэлементов хлопчатника и потеря части урожая.

Во избежание этого, колхозы и совхозы перекрывают коллекторно-дренажную сеть земляными перемычками (туганами) и забирают самотеком или насосами сбросную и дренажную воду на поля орошения. Это выводит из строя и исключает из работы КДС, часто ведет к ухудшению мелиоративного состояния земель и, главное, к большим, но мало эффективным затратам. Так, в 1963 г. на коллекторно-дренажной сети Кокандской группы районов было устроено 106 перегораживающих сооружений, в связи с чем на длине 148 км КДС не только бездействовала, но и наносила определенный вред - подпитывала грунтовые воды. В хозяйствах области в вегетацию работает около 400 насосов.

Фактические эксплуатационные затраты на осредненный километр КДС, по данным Ферганского ОблУОС, составляют 193,8 руб. или на 1 га орошаемой площади 5,9 руб.

Сравнительно низкие эксплуатационные затраты (в Голодной степи 7,12-20,0 руб.га) объясняются не тем, что КДС не требует больших затрат, а тем, что хозяйства не могут ее своевременно очистить из-за недостатка средств, механизмов и рабочей силы.

Для того, чтобы в течение ближайших 3-5 лет привести существующую коллекторно-дренажную сеть в хорошее техническое состояние, необходимо увеличить эксплуатационные затраты на 1 км длины дрены соответственно на 260-440 руб., что составит 5,6-9,3 руб. на 1 га орошаемой площади, т.е. ежегодные эксплуатационные затраты должны равняться 11-15 руб/га.

Таблица 4

Урожайность хлопчатника по Кокандской группе районов (1953 - 1963 гг.), ц/га

Район	Годы												Среднее за многолетие
	1953	1954	1955	1956	1957	1958	1959	1960	1961	1962	1963	1964	
Куйбышевский	18,1	20,0	20,6	21,1	21,36	20,5	20,7	16,4	19,31	19,7	23,21	21,3	20,09
Багдадский	20,5	26,7	23,8	26,7	25,1	26,3	28,3	21,6	21,2	20,8	25,7	25,5	24,24
Бувайдинский	17,9	25,8	20,9	20,0	20,2	22,8	25,56	-	-	-	-	-	21,88
Ленинградский	14,2	22,3	21,0	23,5	22,6	23,0	27,63	21,6	21,91	20,47	25,7	25,9	22,17
Кокандский	17,7	21,8	19,4	21,5	17,0	17,7	22,53	16,7	15,0	16,49	22,92	-	18,97
Фрунзенский	18,1	23,5	19,7	22,2	18,4	20,0	25,5	18,6	18,55	19,4	23,9	24,1	20,71
Узбекистанский	15,6	20,4	17,5	18,4	14,7	15,7	17,57	15,5	14,28	16,49	22,94	24,2	17,19
Горский	13,2	16,8	17,3	16,4	13,3	16,0	19,02	-	-	-	-	-	16,00
Кировский	15,0	18,0	16,6	16,4	11,0	13,1	16,4	10,2	12,2	14,2	21,2	22,6	14,93

Указанные выше обстоятельства подтверждаются и урожайностью хлопчатника по хозяйствам (табл. 4), которая в основном стабилизировалась. В период развернутого строительства КДС до 1959 г. она несколько увеличилась, а затем снова начала падать, так как техническое состояние построенных коллекторов и дрен, а вслед за тем и мелиоративное состояние земель ухудшилось.

Известно, что срок эксплуатации дренажных сооружений и связанные с ней затраты на поддержание коллекторно-дренажной сети в нормальном техническом состоянии зависят от темпов рассоления почво-грунтов на заданную глубину. В табл. 5 приведены данные о статических запасах солей по глубине на орошаемых землях в различных гидрогеологических условиях Западной Ферганы.

Таблица 5

Распределение запасов солей по глубине почво-грунтов в пределах Западной Ферганы

Гидрогеологические условия	Запасы солей в почво-грунтах (т/га) по горизонтам, м				
	0-1	0-2	0-3	0-5	0-10
Головная галечниковая часть конусов выноса рек Исфары и Сохе	Земли практически не засолены на всю толщу покровных мелкоземов				
Зона интенсивного площадного и руслового выклинивания грунтовых вод	60	114	135	167	191
Зона слабого руслового выклинивания грунтовых вод	97,5	151,5	172,5	204,5	228,5
Центральная часть конусов выноса рек	160	217	240	268	303
Периферия и дальняя окраина конусов выноса рек	224	351	402	500	542
Межконусные понижения	208	322	368	464	520
Аллювиальная долина р.Сырдарьи	165	217	238	283	319
Долина у Наукатской гряды	230	328	393	491	571

Располагая материалами по протяженности существующей открытой коллекторно-дренажной сети, фактическим дренажным модулем, дренажным стоком, а также данными по минерализации дренажных вод, можно подсчитать, какое количество солей собирается и сбрасывается с каждого орошаемого гектара в течение года по гидрогеологическим зонам (табл. 6).

Как видно из табл. 6, существующей КДС выносится значительное количество солей (8-22 т/га). В местах, где выше минерализация грунтовых вод, больше оросительные нормы и степень засоления почво-грунтов, обслуживаемых КДС, интенсивнее происходит и вынос солей.

Но значительное количество солей поступает в почво-грунты с оросительной водой и накапливается в них за счет подземного притока из расположенных ниже напорных горизонтов воды. Водно-солевые балансы по отдельным массивам и хозяйствам составлялись многими организациями (Средазгипроводхоз, Ферганская гидрогеологическая экспедиция, САНИИРИ, Сохское управление оросительных систем). Результаты расчетов показывают, что за счет подземного притока и испарения грунтовых вод в верхних трех метрах покровных мелкоземов на орошаемых землях накапливаются и перераспределяются запасы солей от 2,8 до 14,2 т/га. Оросительные нормы, включая и промывные поливы по различным гидрогеологическим зонам, варьируют в пределах 4,5-13,5 тыс.м^3/га. Минерализация оросительной воды в среднем равна 0,85 г/л.

По материалам полевых исследований САНИИРИ, проведенных в 1962-1964 гг. на стационарных участках КДС, оборудованных водомерными сооружениями и расположенных в различных гидрогеологических условиях территории, а также используя приведенные выше данные, определены мелиоративные показатели открытого горизонтального дренажа (табл. 6).

Как видно из этой таблицы, солевой режим орошаемых территорий складывается положительно: на фоне существующего дренажа происходит медленное рассоление почво-грунтов. На землях же с недостаточно развитым дренажем, на целинных и переложных землях происходит засоление (от 9 до 15 т/га на 3-метровый слой). Это обстоятельство подтверждается

Таблица 6

Мелиоративные показатели открытого горизонтального дренажа

Гидрогеологические условия	Существующий дренажный модуль (л/сек/га), при протяженности дренажа, м/га	Проектный дренажный модуль (л/сек/га) и необходимая при этом "густота" дренажа, м/га	Количество солей, выносимое КДС т/га	Количество солей, выносимое КДС с учетом приноса их с оросит.водой и подземным притоком, т/га	Ориентировочный срок рассоления слоя почво-грунтов при существ.режиме орошен.и дренажа, годы	
					0-3 м	0-10 м
I. Зона интенсивного площадного и руслового выклинивания	0,3/3 (2,0	0,42/5 (2,5)	8	2,9	5	9
2. Зона слабого руслового выклинивания гр.вод	0,38/16 (2,2-2,5)	0,45/19 (3,0)	10	5,0	7,5	10
3. Центральная часть конусов выноса рек	0,2/20 (2,2-2,7)	0,31/21 (3,0-3,5)	17,2	3,8	24	26
4. Периферия и дальняя окраина конусов выноса рек	0,19/24 (2,5-3,0	0,30/42 (3,0-3,5)	19,5	5,4	36	50
5. Межконусные понижения	0,18/28 (2,3-2,8)	0,33/30 (3,0-3,5)	22,4	4,0	43	64
6. Аллювиальная долина р.Сырдарьи	0,22/22 (2,0-2,5)	0,25/25 (3,0)	17,7	3,6	16	23
7. Долина Наукатской гряды	0,2/28 (2,7-3,2)	0,32/45 (3,5)	22,4	4,0	46	72

многократными солевыми съемками.

Зная распределение статических запасов солей, накопившихся в покровных мелкоземах (по горизонтам), ориентировочно можно рассчитать сроки, потребные на рассоление с помощью существующего горизонтального дренажа (табл. 6) до пределов, требуемых хозяйствами. При этом пределы рассоления по горизонтам почво-грунтов в различных гидрогеологических условиях были приняты следующие: для верхнего метрового слоя 0,4-0,6, для второго метра 0,3-0,5, третьего - 0,1-0,3 и ниже - по 0,1% солей от веса сухой почвы. Многолетние солевые съемки, проведенные отделом мелиорации Ферганского ОблУОС, Сох УМРК и САНИИРИ в 1960-1964 гг. показали, что здесь происходит именно такое распределение солей в почве и что при таком распределении солей по горизонтам почво-грунтов на землях старого орошения, где коллекторно-дренажная сеть работает уже более двух десятилетий, хозяйства получают большие урожаи хлопка (25-28 ц/га).

Как видно из табл. 6, рассоление земель под влиянием существующего дренажа происходит очень медленно. Особенно экстенсивно это рассоление на периферии конусов выноса, межконусных понижениях рек и в пределах долины Наукатской гряды. Такие темпы рассоления не могут быть приемлемы при интенсивном ведении орошаемого земледелия. Они показывают, что на землях, расположенных в пределах центральных частей конусов выноса рек, необходимы реконструкция и улучшение технического состояния существующей КДС, т.е. - дополнительные мелиоративные мероприятия, а на землях, расположенных в межконусных понижениях, на периферии конусов выноса рек, у Наукатской гряды и в пределах долины р.Сырдарьи требуется коренная мелиорация засоленных земель.

Минерализация грунтовых вод на переложных и целинных землях с течением времени практически не изменяется. Минерализация же грунтовой воды на орошаемых массивах постепенно уменьшается. Так, за последние 10-15 лет в среднем по области она снизилась на 3-4 г/л и только местами (в основном на новых землях) на 6-8 г/л.

Уровень грунтовых вод за последнее десятилетие по облас с 1,4-1,8 м понизился в среднем до 1,7-1,8 м. В частности, если в 1952 г. орошаемая площадь со среднегодовым залеган грунтовых вод до 1,5 м составляла 62,9%, то в 1962 г. она уже занимала 50,7%.

Мелиоративное состояние земель ухудшается с юга на севе Проведенная нами совместно с Сох.УМРК солевая съемка до 3 по Кокандской группе районов показала, что из всей площади брутто 228,5 тыс.га (без чисто галечниковой части) только 22 тыс.га не нуждаются в мелиорации. Вся остальная площадь различной степени подвержена засолению и требует проведени регулярных агротехнических и мелиоративных мероприятий. Пр чем, на 128,7 тыс.га (56%) почвы имеют среднюю и сильную степень засоления.

Если рассматривать только орошаемую площадь, то из 142, тыс.га (по состоянию на 1962 г.) на 97,6 тыс. (66%) проводятся ежегодные промывки нормами в 4,5-6,5 тыс.м^3/га. Из всей орошаемой территории области (317 тыс.га) 44%, или 14 тыс.га засолено, причем, 101 тыс.га имеют среднее и сильно засоление с содержанием плотного остатка солей в метровом слое почвы от 1 до 3%.

Из вышесказанного видно, что несмотря на значительные капиталовложения в строительство и затраты на эксплуатацию открытый дренаж не дал коренной мелиорации земель. На значительных площадях еще близко к поверхности залегают грунтовые воды с повышенной минерализацией, и земли рассоляются очень медленно.

Если и дальше на мелиоративно неблагополучных территориях продолжать развитие открытого дренажа до пределов, обеспечивающих получение проектного дренажного модуля и требуемых проектных глубин залегания грунтовых вод, из условия недопущения реставрации засоления, то удельная длина его на гектар орошаемой площади сильно возрастет, увеличатся площади отчуждения, уменьшатся поливные карты и затруднится механизация полевых работ.

Закрытый горизонтальный дренаж

Закрытый горизонтальный дренаж в Ферганской области построен только на опытно-производственном участке на землях колхозов "Большевик" и "Совет" Алтынарыкского района. Участок располагается на новоосвоенных землях. Строить закрытый дренаж здесь начали с 1958 г. и в 1961 г. закончили. Построено 8,5 км дрен глубиной 3,0-3,5 м. Площадь, охваченная закрытым горизонтальным дренажом, составляет 350 га. Удельная протяженность дренажа 24,3 м/га.

На строительство дренажа опытно-производственного участка было затрачено 177,7 тыс.руб., в том числе 8,5 тыс. руб. - на наблюдательные скважины. За работой закрытой дренажной сети с 1959 г. ведутся регулярные балансовые наблюдения, которые показали, что с дренажной водой ежегодно сбрасывается за пределы мелиорируемой территории 19-27,5 т/га солей. В то же время на каждый гектар опытного участка (в среднем за многолетие) с оросительной водой и за счет подземного притока приносится 18,2 т солей. Значит, ежегодно с каждого гектара сбрасывается 5,8-14,3 т солей и в среднем за шесть лет по 10 т/га.

Сравнительно большой вынос солей с дренажной водой объясняется тем, что грунтовые воды (в среднем за 1960-1961 гг. 15-16 г/л) и земли исследуемого участка сильно засоленные. Если построить закрытый горизонтальный дренаж одинаковой протяженности с открытым на рассматриваемых нами гидрогеологических зонах западной Ферганы, то вынос солей по нему будет такой же или даже несколько меньше, чем по открытым дренам.

Как показал опыт исследований в Голодной степи (З.Гринев) и в Фергане (И.Шамсутдинов), величина выклинивания грунтовых вод в закрытые дрены на 10-15% меньше, чем в открытые, так как во втором случае происходит свободное выклинивание. В закрытых же создаются дополнительные входные сопротивления в фильтрах и теряется напор по длине, что ведет к уменьшению суммарного стока грунтовых вод по дренам. Но так как дренажная способность открытых дрен быстро

уменьшается из-за зарастания, мелиоративный эффект открытого и закрытого дренажа можно считать одинаковым.

Хозяйством с помощью закрытого дренажа в течение 4 лет удалось полностью освоить земли опытного участка. В 1958-1960 гг. посевы хлопчатника в силу сильного засоления почв почти полностью погибали, и поля зарастали сорной растительностью и камышом. В 1961-1962 гг. уже на площади 190 га получен урожай хлопка по 8-10 ц/га. В 1963 г. на площади 230 га в среднем собрали по 7 ц/га. В 1964 г. земли участка были освоены полностью, средний урожай хлопка составил 14,1 ц/га.

Медленный темп освоения площади опытного участка объясняется тем, что хозяйства или вообще не промывали земли, или промывали их малыми нормами (до 4,5-5,0 тыс.м^3/га). И только радикальные промывки (от 8 до 15 тыс.м^3/га) ранней весной 1963 и 1964 гг. позволили полностью освоить земли участка под хлопчатник.

В среднем на балансовой территории минерализация грунтовых вод снизилась на 6-7 г/л. Земли опреснились в 2-2,5 раза. Сейчас в основном содержание солей в метровом слое не превышает 1,3% по плотному остатку от веса сухой почвы. Закрытый дренаж не успевал выносить объем воды, подаваемый на поля во время промывок, и вода долгое время (более 3 месяцев) удерживалась на поверхности и близко к поверхности земли (менее 1,2 м). При промывках объем солей, вытесненных с поверхности в глубь почвы, преобладал над объемом их, выносимым дренами. Поэтому после промывки (апрель-июль) вновь наблюдалась реставрация засоления.

Проектные проработки по закрытому горизонтальному дренажу делались "Узгипроводхозом" для Ачикульского массива Центральной Ферганы. Здесь предполагается строительство 106,2 км закрытых дрен глубиной в среднем 3,5 м. Дренаж будет устроен в основном (80%) из гончарных и асбоцементных труб длиной 33 см d 195 мм с помощью дреноукладчика. Около 20% этого дренажа в местах плывунных грунтов и устьях дрен предполагается устраивать вручную из перфорированных

асбоцементных труб длиной 4,0 м. Через 150-200 м по длине дрен намечается устройство смотровых колодцев. Фильтр дренажа из гравийно-песчаных материалов.

Удельные капиталовложения на строительство и годовые эксплуатационные затраты по закрытому горизонтальному дренажу в Ферганской области, в сравнении с теми же показателями по Голодной степи, приводятся в табл. 7

Таблица 7

Удельные показатели закрытого дренажа

Местоположение опытного участка или массива	Капитальные затраты на строительство, руб.		Годовые эксплуатационные расходы, руб.	
	На 1 м	На 1 га	На 1 м	На 1 га
Голодная степь:				
I) Совхоз "Дружба", удельная протяженность дренажа ℓ = 26,5 м/га				
а) асбоцементные трубы Ø 141 мм с гравийным фильтром	14,63	380,68	0095	2,47
б) керамические трубы Ø 150 мм с гравийной обсыпкой	16,68	443,68	0,108	2,808
в) гончарные трубы Ø 150 мм с камышовым фильтром	12,58	325,78	0,081	2,106
г) гончарные трубы Ø 150 мм с гравийным фильтром	15,35	399,10	0,098	2,548
Ферганская область:				
а) Колхозы "Большевик" и "Совет", ℓ =24,3 м/га гончарных и асбоцементных труб Ø 141 мм и Ø 189 мм с гравийной обсыпкой	20,9	507	0,0617	1,5
б) Ачикульский массив, гончарные и асбоцементные трубы Ø 195 мм с гравийно-песчаной обсыпкой	19,3	607	-	-
В среднем	16,6	445	0,09	2,80

Большие капитальные затраты на строительство закрытого дренажа в Ахунбабаевском районе Ферганской области объясняются тем, что при его устройстве большинство операций выполнялось вручную (доработка траншеи, укладка труб, устройство фильтра и др.), не было еще дреноукладчиков и опыта строительства. Как показал опыт работы дренажа в Ахунбабаевском районе, ежегодные эксплуатационные затраты не превышают I,5 руб/га и складываются из затрат на ручную очистку отстойников в колодцах и водоприемника .

Вертикальный дренаж

Один из основных источников соленакопления в покровных мелкоземах - напорность подземных вод. Чем больше превышение пьезометрического напора над уровнем грунтовых вод, тем интенсивнее процесс соленакопления. Для предотвращения этого явления необходимо понизить пьезометрический напор, что можно осуществить вертикальным дренажом. Последним можно регулировать напор подземных вод, создавать нисходящие фильтрационные токи, что, в свою очередь, способствует вымыванию солей вниз.

Для определения технико-экономических показателей по вертикальному дренажу были использованы результаты исследований, полученные на опытно-производственном участке в Кировском районе Ферганской области, а также результаты изучений и проектные проработки, сделанные для Сох-Исфаринского и Фрунзенского массивов Центральной Ферганы и в Голодной степи.

Удельные капиталовложения на строительство и расчетные затраты на эксплуатацию скважин вертикального дренажа по опытно-производственным участкам в Голодной степи приведены в табл. 8 и 9 (данные Х.Якубова).

О темпах рассоления земель в Голодной степи под влиянием вертикального дренажа можно сказать следующее. Исследования, проведенные на Шурузякском, Гулистанском, Сардобинском и Пахтааральском участках, показали, что с помощью скважин при мощности покровных мелкоземов в северо-восточной части

Таблица 8

Удельные капиталовложения на строительство вертикального дренажа в Голодной степи

Участок	Метод бурения	Глубина и диаметр проходки	Сметная стоимость бурения скважин, включая и строительные откачки, руб.	Общая сметная стоимость скважин со всем оборудованием, руб.	Обслуживаемая площадь, га	Удельные затраты, руб/га	
						по бурению	общие
Пахта-Арал	Узбекского гидрогеологического треста	60/500	21000	34762,6	125	168	278
	Ударно-канатный	60/900	11500	25262,0	125	92,2	202
Шурузяк	Узбекского гидрогеологического треста	75/500	27000	40375,0	110	245	367
	Ударно-канатный	75/900	14550	28572,0	110	132,5	260

Таблица 9

Расчетные затраты на эксплуатацию скважин вертикального дренажа в Голодной степи

Участок	Метод бурения	Затраты на амортизацию, содержание штата и текущие расходы, руб.	Затраты на эксплуатацию скважины (руб.) при стоимости электроэнергии за 1квт-час 1,8 коп.	Удельные затраты на эксплуатацию скважин (руб.га) при стоимости электроэнергии за 1квт-час 1,8 коп.
Пахтаарал	Узбекского гидрогеологического треста	2895	5016	40,5
	Ударно-канатный	2225	4460	35,8
Шурузяк	Узбекского гидрогеологического треста	3335	5730	53,0
	Ударно-канатный	2445	4540	45,0

Голодной степи в 20-30 м можно создать разность между уровнем грунтовых вод и пьезометрическим напором до 2,5-3,0 м. Это приводит к установлению градиентов напора в 0,08-0,15, что в десятки раз превышает градиенты напора, создаваемые горизонтальным дренажем. Даже при минимальных скоростях снижения уровня грунтовых вод, наблюдаемых на Шурузякском участке, темпы рассоления почво-грунтов будут следующие (табл. 10, данные Х.Якубова):

Таблица 10

Фактическая скорость снижения уровня грунтовых вод, м/сутки	Количество солей, выносимых из покровных мелкоземов, т/га	
	общее	с учетом поступления с оросит.водой
0,015	22	15,7
0,025	36,4	30,1
0,035	51,0	44,7
0,045	65,7	59,4
0,065	95,0	88,7
0,08	116,5	110,2
Среднее по участку 0,02	29,2	23,0

Согласно данным табл. 10 количество солей, выносимых из покровных мелкоземов в период работы вертикального дренажа, даже при минимальных (0,015 м/сутки) скоростях снижения уровня грунтовых вод с минерализацией 4 г/л и водоотдаче 0,1 в 3 раза больше, чем при работе открытых дрен системы коллектора Шуруяк (вынос солей в среднем 5 т/га, удельная протяженность 15,8 м/га; общая протяженность дрен 1062,4 км, "подвешенная" к дренажу валовая площадь 62,251 тыс.га) и на 6 т/га превышает закрытый дренаж ЦОМС (удельная протяженность 42 м/га, протяженность дрен 6942 км, "подвешенная" площадь 166 га). При средней же скорости снижения уровня грунтовых вод на Шурузякском участке, равном 0,02 м/сутки, вынос солей

с 1 га составляет 23,0 т/га, что в 4,6 раза больше, че
работе горизонтального дренажа.

Опытно-производственный участок вертикального дрена
Кировском районе Ферганской области состоит из 6 скваж
На строительство и оборудование израсходовано 160,8 ты
руб. Каждая скважина дренирует на площади 130 га.

Проектные проработки и изыскания под вертикальный д
в области проводились Средазгипроводхозом на Сох-Исфар
ском и Фрунзенском массивах Центральной Ферганы. Здесь
предполагается освоить с помощью скважин 19.0 тыс.гект
нетто. Всего по проекту на массивах должно быть сооруж
скважин, на каждую скважину в среднем приходится
147,0 га.

Фактические удельные капиталовложения на строительс
одной скважины на опытном участке в Кировском районе и
ожидаемые эксплуатационные показатели по Сох-Исфаринскому
Фрунзенскому массивам Центральной Ферганы приводятся в
таблице 11 и 12.

Таблица

Удельные капиталовложения на строительство
вертикального дренажа в Ферганской области

Участок	Метод бурения	Средняя глубина и диам. проходки, м/мм	Обслуживаемая площадь, га	Стоим. 1 скв. (бурен., монтаж и оборуд.) тыс.руб.	Уде зат ру
Кировский район, Фрунзенский и Сохинский массивы Центральной Ферганы	Роторно-вращательный	40/500	130	28,6	
	Роторно-вращательный	65/700	147	32,6	

Как показали исследования, рассоление земель и опре
ние грунтовых вод под влиянием вертикального дренажа
ровском районе происходит гораздо интенсивнее, чем в Ф

лодной степи. Здесь весьма хорошая гидравлическая взаимосвязь напорных вод с грунтовыми. Создать большие градиенты напора здесь не удается, так как вслед за уменьшением пьезометрических напоров до 0,I75 м/сутки понижается уровень грунтовых вод. Через некоторое время (6-I2 суток) воронка депрессии стабилизируется и из скважины начинает откачиваться пресная вода, в основном из второго (эксплуатационного) напорного горизонта. В этих условиях целесообразны дифференцированные (по гидрогеологическим условиям и расходам скважин) периодические откачки.

Таблица I2

Эксплуатационные затраты на вертикальный дренаж в Ферганской области

Тип насоса и мощность двигателя	Годовые экспл.затраты на одну скважину(руб.) при стоимости 1квт/час I,8 коп.	Удельные затраты на эксплуатацию одной скв. (руб/га) при стоим. электроэнергии Iквт/часI,8 коп.
ЭЦНВ-I2 с двигателем мощностью 32 квт	7535	75,0
АТН-I4 с двигателем мощностью 55 квт	II334	63,0

На площадях, где воды из скважин откачивалась постоянно, рассоление 3-метрового слоя почво-грунтов за 7 месяцев (апрель-октябрь) в среднем произошло на 20,9 т/га, а там, где осуществлялись периодические откачки - на 46 т/га. За весь период работы вертикального дренажа площади балансового участка заметно опреснились.

До I96I г. земли здесь были средне- и сильнозасоленными. Ежегодно хозяйством поиходилось их промывать нормами 4,5-5,0 тыс.м^3/га. В I962-I963 гг. на участке такие промывки проводились уже выборочно, а в I964 г. на 34% площади (в основном в зоне влияния скважин) они не проводились совсем. В настоящее время на 90% орошаемой площади участка земли рассолены до пределов требований хозяйствами (плотный

остаток солей в среднем на метровый слой не превышает 0,5% от веса сухой почвы).

Если рассматривать рассоление всей толщи мелкоземов на опытно-производственном участке, то оно в радиусе 150-200 м от скважины произошло за один год в среднем на 120 т/га, а в радиусе свыше 300-350 м - на 60 т/га. Грунтовые воды за вегетацию 1962 г. под влиянием вертикального дренажа (площадь брутто 700 га) опреснились в среднем по плотному остатку на 30%, а по иону Cl' на 42%.

Значительно повысилась и урожайность хлопчатника. Так, если в 1960-1961 гг. в среднем на этих землях получали по 7,2-11,4 ц/га, в 1962 г. по 13,6 ц/га, то в 1963 г. по 22,0 ц/га. Урожай хлопчатника в 1964, засушливом, году составил 23,2 ц/га.

Под влиянием откачек большая часть солей сосредоточилась на глубинах от 3,5 до 7,5 м. Сейчас на участке ввиду отсутствия электроэнергии откачки прекращены. Восстановился естественный застойный - напорный-режим грунтовых вод, что со временем повлияет на частичную реставрацию засоления. Коренная мелиорация за такой короткий срок, конечно, не удалась. Для этого требуется более продолжительная откачка (2-3 года), однако в 3-8 раз меньше, чем для горизонтального дренажа.

Эксплуатация скважин вертикального дренажа на опытно-производственном участке осуществлялась с помощью двигателей внутреннего сгорания типа СМД-7 и КДМ-46. Всего с 1960 по 1963 гг. скважины проработали 7310 машино-смен. За это время на их эксплуатацию израсходовано 145,44 тыс.руб. В 1962 г. в основном работало 5 скважин, в сумме они проработали 3054,6 машино-смен, на что затрачено 63,64 тыс.руб. Стоимость одной машино-смены (с накладными расходами и плановыми накоплениями) обходится в 20,8 руб. Эксплуатация одной скважины в течение года с помощью двигателей внутреннего сгорания составляет 20,85 тыс.руб. или на 1 га мелиорируемой площади 195,0 руб.

Как видим, эксплуатация скважин вертикального дренажа

с помощью двигателей внутреннего сгорания обходится очень дорого, необходимо осуществлять ее с помощью электрических двигателей.

По проектным проработкам "Узгипроводхоза" для Сох-Исфаринского и Фрунзенского массивов Центральной Ферганы эксплуатация одного насоса типа ЭЦНВ-12-255-3 с электродвигателем мощностью 32 квт в течение одного месяца обходится в 753,5 руб. (стоимость 1 м/смены равна 8,375 руб.) или в течение года на 1 га 75,35 руб. Годовая эксплуатация одной скважины с насосом типа АТН-14 с двигателем мощностью 55 квт обходится 11 333,3 руб. или на 1 га 63,0 руб. Указанные эксплуатационные затраты вычислены из условия стоимости за 1квт/час 0,018 руб.

Осуществляя периодические откачки, мы добиваемся не только большей мелиорации земель, но и снижаем эксплуатационные затраты на 1 скважину на 31-34%. При стоимости 1 квт/часа электроэнергии по 1,8 коп. они составят 4973-7820 руб., или на 1 га площади 49,7-43,4 руб/год.

Вышеприведенные данные по различным типам дренажа позволяют составить сравнительную таблицу экономической эффективности в расчете на 1 га (табл. 13).

Обобщая материал и анализируя табл. 13, можно сделать следующие выводы:

1. Построенный открытый горизонтальный дренаж на значительной площади не обеспечивает коренной мелиорации земель. Эффективность дренажа в основном должны определять мелиоративные показатели и в конечном счете - урожай сельскохозяйственных культур. Необходимо постепенно переходить к более совершенным типам дренажа : закрытому горизонтальному, а там, где позволяют гидрогеологические условия и грунтовые воды находятся в напорном режиме - к вертикальному дренажу.

2. В условиях Западной Ферганы окупаемость капитальных вложений в открытый горизонтальный дренаж в оптимальных условиях можно ожидать через 3-4 года, а обычно - через десятки лет ; в вертикальный дренаж - на пятый год и в

Таблица I3

№№ пп	Тип дренажа	Капитальные вложения (среднее) руб.	Годовые экспл. затраты (средн.) руб.	Продолжительность рассоления, лет	Дополнительные расходы									
					от повышения КЗИ, %	от повышения урожайности, год								
						I-й	2-й	3-й	4-й	5-й	6-й	7-й	8-й	9-й	I0-й
I.	Горизонтальный открытый	30	I2	I0-I2											
	а) Прибавка урожая, ц				-	I	I	2	2	2	2	2	2	I	I
	б) Нарастающим итогом				-	I	3	7	I3	2I	3I	43	57	72	88
	в) То же, руб.				-	8	24	56	I04	I68	248	344	456	576	704
	г) То же, эксплуатационные затраты				-	-I2	-24	-36	-48	-60	-72	-84	-96	-I08	-I20
	д) Чистый доход				-	-4	0,0	+20	+56	+I06	+I76	+260	+360	+468	+584
2.	Горизонтальный закрытый	445	2,3	I0-I2	4										
	а) Прибавка урожая, ц				-	I	I	2	2	2	2	2	2	I	I
	б) Нарастающим итогом				-	I	3	7	I3	2I	3I	43	57	72	88
	в) То же, руб.				-	8	24	56	I04	I68	248	344	456	576	704
	г) То же, с учетом КЗИ				-	8	25	58	I08	I75	258	358	475	600	732
	д) То же, эксплуатац. затраты				-	-2,3	-4,6	-6,9	-9,2	-II,5	-I3,8	-I6,I	-I8,4	-20,7	-23,0
	е) Чистый доход				-	5,7	20,4	5I,I	98,8	I63,5	244,2	34I,9	456,6	579,3	709
3.	Вертикальный дренаж	260	54	3	6										
	а) Прибавка урожая, ц				-	4,3	8,4	2,0	2,0	2,0	2,0	I,0	I,0	-	-
	б) Нарастающим итогом				-	4,3	I7,0	3I,7	48,4	67,I	87,8	I09,5	I32,2	I54,9	I77,6
	в) То же, в руб.				-	34	I36	254	387	536	702	876	I058	I240	I420
	г) То же, с учетом КЗИ				-	36	I44	269	4I0	568	743	928	II20	I3I5	I505
	д) То же, эксплуатац. затраты				-	-54	-I08	-I62	-2I6	-270	-324	-378	-432	-486	-540
	е) Чистый доход				-	-I8	36	I07	I94	298	4I9	550	688	847	965

ПРИМЕЧАНИЕ: Исходная урожайность принята 9 ц/га.

горизонтальный закрытый, тоже в оптимальных условиях, - лишь на восьмой год.

3. Наиболее интенсивное ведение хозяйства и максимальный доход обеспечивается вертикальным дренажем. При этом в расчетах не учтена стоимость пресной воды, используемой на орошение, промывки и водоснабжение и рост урожайности ограничен 32 ц/га, что, конечно, не является пределом.

4. В условиях оплывающих грунтов и напорных грунтовых вод вертикальный дренаж - единственное средство мелиоративного улучшения.

Вертикальный дренаж в ферганской области должен найти широкое применение. По проектной схеме развития орошения и мелиорации земель центральной Ферганы известно, что только в пределах ее западной части целесообразно применение вертикального дренажа на площади около 60 тыс.га. Вертикальный дренаж здесь выступит не только в роли активного мелиоративного средства, но и как значительный дополнительный источник орошения. С помощью дренажных колодцев можно ежесекундно добывать не менее 22-25 $м^3$ пресной воды, вполне пригодной для орошения и водоснабжения.

Л.А. КОРЕЛИС

ПРОМЫВКА ЗАСОЛЕННЫХ ЗЕМЕЛЬ НА ФОНЕ ВЕРТИКАЛЬНОГО ДРЕНАЖА

Опытно-производственные промывки в совхозе Пахтаарал проводились в период с октября 1964 по январь 1965 гг. и с октября по декабрь 1965 г. Общая площадь, охваченная промывкой, 207 га.

В результате слабой дренированности и интенсивного орошения территорий, расположенных вокруг участков, почвенно-мелиоративное состояние этих земель резко ухудшилось, и они вышли из сельхозоборота. В 1955-1964 гг. на этих землях совхоз не мог выращивать сельскохозяйственные культуры. Посевы ежегодно списывались или сохранялись отдельными пятнами.

Летом 1964 г. в этом районе были оборудованы и пущены в эксплуатацию скважины вертикального дренажа. Средняя обслуживаемая площадь скважины составляет 125 га; фактический дебит их равен 70-80 л/сек. При таком дебите осредненный дренажный модуль, рассчитанный на основании среднесуточной скорости снижения уровня грунтовых вод, с учетом их естественных изменений, колеблется в пределах 0,30-0,35 л/сек/га.

Цель опытно-производственных промывок - определение наиболее приемлемых норм промывок при существующих условиях орошения и организации работ в хозяйстве. Возможность промывок средне- и сильнозасоленных земель нормой 20-30 тыс. $м^3$/га и более практикуется на новых землях орошения Голодной степи. В староорошаемой зоне, в таких хозяйствах как Пахтаарал, промывки максимальными нормами на больших территориях очень затруднительны: во-первых, из-за трудности в организации их проведения (создание усиленной дренированности для таких участков нарушит сложившиеся агротехнические мероприятия и т.д.); во-вторых, из-за ограниченной пропускной способности оросительных каналов, так как осенне-зимние промывки нормой 2000-2500 $м^3$/га ежегодно и повсеместно проводятся с целью влагозарядки. Следовательно, в этих условиях целесообразно

проводить промывки средне- и сильнозасоленных земель, количество которых в рассматриваемом хозяйстве составляет 30-35% от общей площади, в более длительный период времени (2-3 года), поддерживая при этом правильный режим орошения, предупреждающий реставрацию вымытых солей. Последнее достигается определенной работой системы вертикального дренажа в период вегетации, обеспечивающей положение уровня грунтовых вод на глубине 2,5-3,0 м, а также частичным увеличением поливных норм.

На участке предварительно определили исходную степень засоления почв, послойную водопроницаемость, объемный вес, механический состав почв, вели учет работы скважин для установления дренированности участка.

Почвы участка производственных промывок лугово-сероземные, средне- и сильнозасоленные с содержанием легкорастворимых солей в корнеобитаемом слое от 0,6-0,8 до 1,5-2,0% по сухому остатку и от 0,080 до 0,170% по хлору.

По характеру засоления почвы относятся к хлоридно-сульфатному типу с большим преобладанием сульфата (SO_4''/Cl' = 4-5). В катионной части водных вытяжек большое место после натрия занимает магний (Na'/Mg'' = 2-3).

По всему трехметровому профилю почво-грунтов встречаются вкрапления мелкокристаллического гипса, содержание которого не превышает 1,5-5,0% от веса.

На глубине 0,3-0,4 м до 1,4-1,6 м содержится большое количество карбонатов в виде не полностью омергелевших конкреций.

По механическому составу почвы среднесуглинистые. Основная масса механических элементов представлена крупной пылью (фракция 0,05-0,01 мм), количество которой колеблется в пределах 50-57%.

На глубине 0,3-0,6 м почва заметно уплотнена. Объемный вес в этом горизонте изменяется от 1,50 до 1,60. Ниже эта величина не превышает 1,30-1,38. Весь почвенный профиль пронизан корнями растений и ходами землероев.

Водопроницаемость почвы (по Нестерову) от пахотного слоя 0,86 м/сутки; на глубине уплотненной прослойки 0,46; ниже 1,0 м - 0,63 .

Изучались пять вариантов опыта в зависимости от норм промывки, степени засоленности и от дренированности. Масштаб исходной до и повторной после промывки солевых съемок составил 1:2000. Для изучения изменения запасов солей заложено и закреплено на плане 180 выработок, с которых брались образцы почво-грунтов и пробы грунтовых вод на анализ. На всех подготовленных к промывке участках оборудована одной стационарной площадке для наблюдения за процессом рассоления после каждого приема промывки, за режимом грунтовых вод и изменением их минерализации и за скоростью опускания промывных вод.

Результаты исследований по данным солевых съемок показывают, что рассоляющая эффективность промывок зависит в первую очередь от условий дренированности территории и не только в период их проведения, но и после.

Из табл. I видно, что промывки почти одинаковой нормы (варианты 3,4) 5800 и 6000 м^3/га, осуществленные в два приема, дали различные результаты рассоления. В первом случае при дренажном модуле 0,21 л/сек с 1 га во время проведения промывки и 0,14 л/сек с 1 га после ее прекращения, т.е. за период до конца марта, количество легкорастворимых солей (из расчета на 40-сантиметровый слой) уменьшилось до 0,469% по сухому остатку и до 0,025% по хлору при исходных соответственно 0,941 и 0,086; во втором при модуле дренажа в период промывки 0,09 и после ее прекращения 0,04 л/сек с 1 га количество легкорастворимых солей в этом слое уменьшилось до 0,854% по сухому остатку и 0,062% по хлору при исходных 0,899 и 0,073%.

Более тщательно рассоляющее действие промывок на фоне вертикального дренажа изучалось в специальных стационарных площадках, заложенных в середине участков, подлежащих

Таблица I

Условия проведения промывок и их основные результаты по данным солевых съемок

Вариант опыта	Дата проведения промывок	Площадь, га	Норма промывки, $м^3$/га	Дренированность, л/сек/га		Положение уровня грунтовых вод, м		Изменение запасов солей в корнеобитаемом слое (40 см) % от веса почвы			
				в период промывки	в период после промывки до начала вегетации	до промывки	после окончания промывки	исходные		остаточные	
								сухой остаток	хлор	сухой остаток	хлор
I	с 6/XII-64 по 20/I-65г. 50	2800	0,12	0,04	2,9	I,2	I,735	0,197	I,I95	0,I40
2	с 20/XI-64 по I0/XII-64г.50	3000	0,17	0,09	3,0	I,0	0,842	0,079	0,693	0,053
3	с 3/X-64 по I0/XI-64г.47	5600	0,21	0,I4	3,2	I,5	0,94I	0,086	0,469	0,025
4	с 3/XII-64 по I6/I-65г. 60	6000	0,09	0,04	2,8	0,6	0,899	0,073	0,854	0,062
5	с I3/X-65 по 20/XII-65г.50	7600	0,32	0,2I	3,6	I,6	I,I95	0,I40	0,5I7	0,028

Таблица 2

Распределение площадей по степени их засоления до и после промывки

Номер варианта	Изменение площадей по степени засоления, % от общей площади участков						Культура посева после промывки	Оросительная норма, $м^3/га$	Урожайность, ц/га
	по исходной съемке			после промывки					
	незасоленные и слабозасоленные	среднезасоленные	сильнозасоленные	незасоленные и слабозасоленные	среднезасоленные	сильнозасоленные			
I	-	35	65	-	40	60	Люцерна погибла	-	-
2	25	45	30	30	55	I5	Люцерна	4700	I8
3	I2	55	33	70	30	-	Хлопок	3I00	32
4	20	35	45	40	40	20	Кукуруза на зеленую массу	5200	I60
5	-	40	60	I00	-	-	Кукуруза на зерно	Поливы продолжаются	

промывке. В этих площадках, размером 1250-1500 м^2 наметили по пять точек, где послойно отбирали образцы почво-грунтов и грунтовых вод(из пьезометров, расположенных на глубине 1,5 м, 2,0, 2,5 и 3,0 м) после каждого полива дробной промывки. Наблюдали также за впитываемостью воды, находящейся в чеках.

В варианте 3, где дана норма промывки 4700 м^3/га в два приема 2700 и 2000 м^3/га, при дренажном модуле соответственно 0,21 и 0,14 л/сек/га (табл. 1) почво-грунты постепенно рассоляются. Это видно по количеству вынесенных солей, по глубине их смещения (табл. 3).

Данные табл. 3 показывают, что первая промывка нормой 2700 м^3/га при достаточно свободной емкости грунта, т.е. залегании грунтовых вод на глубине 2,8-3,0 м, резко снижает засоленность в корнеобитаемом слое почвы. По глубине смещения выщелачиванием охватывается в этом случае в основном 40-сантиметровый слой. В результате повторной промывки нормой 2000 м^3/га при дренажном модуле 0,21 л/сек/га. Остаточное засоление в пахотном и подпахотном горизонтах снизилось до 0,5% по сухому остатку, а по хлору доведено до кондиции; смещением солей охвачен слой до 1,0-1,2 м.

В четвертом варианте (норма 5100 м^3/га дана в два приема - 3000 и 2100 м^3/га) после подачи воды первого приема промывки отмечалось рассоление, аналогичное варианту 3.

После второго приема промывки дальнейшего опреснения почво-грунтов не произошло. Это объясняется тем, что в период повторной подачи воды и после ее прекращения, скважины, находящиеся в зоне влияния этого участка, не работали. Не были созданы благоприятные условия дренирования для проведения промывок.

В некоторых точках содержание солей после второго приема промывки даже несколько увеличилось (по отношению к остаточному от предыдущей дробной промывки; табл. 4).

В вариантах 1, 2 (средне- и сильнозасоленные земли) при

Таблица 3

Изменение запасов солей при промывке нормой 4700 м³/га (нетто), среднее по 5 точкам

(вариант 3)

Глубина горизонта, м	Запасы солей, % по плотному остатку					
	исходные	После I приема промывки нормой 2700 м³/га	Вынесено, %	После II приема промывки нормой 2000 м³/га	Вынесено, %	Всего, %
0,0-0,2	0,975	0,614	37,2	0,468	20,6	50,0
0,2-0,4	0,875	0,775	11,5	0,581	28,9	37,1
0,4-0,6	0,672	0,597	11,1	0,530	11,3	21,1
0,6-0,8	0,466	0,516	+10,2	0,471	9,9	10,6
0,8-1,0	0,439	0,462	+ 5,2	0,379	18,0	13,7
1,0-1,2	0,386	0,393	+ 1,8	0,433	+10,1	+12,1
1,2-1,4	0,382	0,374	+ 2,2	0,359	+ 6,1	+ 4,0
1,4-1,6	0,451	0,410	9,1	0,406	1,0	10,0
1,6-1,8	0,482	0,513	+ 6,4	0,459	10,6	4,8
1,8-2,0	0,494	0,554	+12,1	-	-	-
2,0-2,5	0,540	-	-	-	-	-
2,5-3,0	0,504	-	-	-	-	-
			По хлору			
0,0-0,2	0,065	0,016	75,4	0,014	12,5	78,5
0,2-0,4	0,057	0,042	26,4	0,019	54,8	66,7
0,4-0,6	0,061	0,056	8,2	0,022	60,7	74,0
0,6-0,8	0,063	0,055	15,9	0,026	52,7	58,8
0,8-1,0	0,065	0,049	25,8	0,031	36,8	53,0
1,0-1,2	0,055	0,055	0,0	0,042	23,7	23,6
1,2-1,4	0,060	0,057	5,0	0,046	19,3	23,4
1,4-1,6	0,055	0,057	+ 3,6	0,047	17,6	14,6
1,6-1,8	0,069	0,058	1,7	0,052	10,4	1,9
1,8-2,0	0,056	0,057	+ 1,4	-	-	-
2,0-2,5	0,057	-	-	-	-	-
2,5-3,0	0,057	-	-	-	-	-

норме промывки 3000 м³/га с подачей воды в один прием эффекта не получено. Правда, исходное количество солей заметно уменьшилось, но остаточное количество их даже в пахотном горизонте составляло на много больше допустимых пределов солеустойчивости культурных растений.

Таблица 4

Изменение запасов солей от промывки нормой 5100 м³/га. Среднее значение из 5 точек

вариант 4

Глубина горизонта, м	Содержание солей, % от веса почво-грунтов. Сухой остаток					
	исходное	После I приема промывки 3000 м³/га	Вынесено, %	После II приема промывки 2100 м³/га	вынесено, %	Всего вынесено, %
0,0-0,2	1,464	0,523	64,3	0,550	+ 5,1	62,4
0,2-0,4	1,049	0,717	31,7	0,785	+ 9,4	25,2
0,4-0,6	0,686	0,645	5,7	0,756	+17,2	+10,2
0,6-0,8	0,582	0,454	22,0	0,598	+31,7	+ 2,7
0,8-1,0	0,495	0,422	14,8	0,503	+19,4	+ 1,6
1,0-1,2	0,442	0,533	+27,3	0,555	+ 3,9	+25,3
1,2-1,4	0,461	0,540	+17,1	0,683	+26,4	+48,1
			Хлор			
0,0-0,2	0,207	0,032	84,1	0,037	+15,6	82,2
0,2-0,4	0,108	0,068	29,6	0,051	25,0	52,8
0,4-0,6	0,084	0,096	+14,3	0,056	41,6	33,4
0,6-0,8	0,071	0,094	+32,4	0,081	13,8	+14,1
0,8-1,0	0,074	0,073	1,3	0,070	4,0	4,0
1,0-1,2	0,059	0,080	+35,6	0,065	18,7	+10,2
1,2-1,4	0,055	0,073	+32,8	0,071	2,7	+29,1

Наибольший интерес представляет пятый вариант опыта, где удалось проводить промывку при наибольшем дренажном модуле, что дало возможность довести норму до 7600 м³/га (промывку

осуществляли в три приема: первые два откачиваемой водой из скважин (минерализация 5 г/л), третий - оросительной. Период проведения опыта совпал с текущими промывками в окружающей территории, что исключало растекание бугра грунтовых вод на соседние земли. Подача первой дозы нормой 3600 м^3/га продолжалась с 13 по 30 октября 1965 г.; второй нормой 2000 м^3/га, с 1 по 14 ноября; третьей, нормой тоже 2000 м^3/га, с 9 по 20 декабря.

Для изучения рассоления на участке заложены и закреплены на плане 30 выработок, из которых до и после промывки брались образцы почво-грунтов и пробы грунтовых вод на анализ (на шести из них - после каждого приема промывки). В табл. 5 приводятся результаты рассоления после подачи каждой дозы.

Из табл. 5 видно, что после первого приема промывки нормой 3600 м^3/га смещение солей по профилю произошло по сухому остатку только в слое 0,4 м, а по хлору 0,6 м. Количество солей, вынесенных из этих горизонтов, составляет 42,2% по сухому остатку, а по хлору 66,9% от исходных.

После повторной промывки нормой 2000 м^3/га заметное рассоление наблюдалось до глубины 0,6-1,0 м по сухому остатку и до 0,6-1,2 м по хлору.

Уменьшение легкорастворимых солей в этих горизонтах составляет 15,0 и 27,3% соответственно по сухому остатку и хлору по отношению к остаточным после первого приема промывки. Таким образом, промывка средне- и сильнозасоленных земель откачиваемой водой с минерализацией 5 г/л дала положительный результат: с 1 метрового слоя вынесено 34,2 т/га солей. Затрата воды для выноса 1 т солей составляет 140 м^3/га по сухому остатку и 750 м^3/га по хлору.

После третьего приема промывки нормой 2000 м^3/га оросительной водой получено дальнейшее рассоление как по объему вынесенных солей, так и по глубине их смещения. Вынесено еще 26,8 т/га солей с 1-метрового слоя. Таким образом,

Таблица 5

Рассоление почво-грунтов от промывок 3600 и 2000 м³/га откачиваемой водой и 2000 м³/га пресной. Осредненные данные из 6 выработок

Глубина горизонта, м	Исходные	По плотному остатку						
		После I приема промывки	Вынесено, %	После II приема промывки	Вынесено, %	После III приема промывки	Вынесено, %	Всего вынесено, %
I	2	3	4	5	6	7	8	9
0,0-0,2	I,272	0,529	58,5	0,515	2,7	0,43I	I6,4	66,2
0,2-0,4	I,029	0,755	26,7	0,780	3,4	0,583	20,2	43,4
0,4-0,6	0,79I	0,843	+6,5	0,732	I3,2	0,539	26,4	32,0
0,6-0,8	0,6I7	0,695	+I2,6	0,57I	I7,9	0,352	38,4	43,0
0,8-I,0	0,55I	0,575	+ 4,3	0,574	0,0	0,340	40,8	38,3
I,0-I,2	0,503	0,574	+I4,I	0,625	+8,8	0,429	3I,4	I4,8
I,2-I,4	0,576	0,5II	II,3	0,684	+33,8	0,457	33,2	20,7
I,4-I,6	0,663	0,476	28,3	0,720	+5I,2	0,552	23,4	I6,8
I,6-I,8	0,634	0,460	27,5	0,776	+68,7	-	-	-
I,8-2,0	0,607	0,688	+I3,3	0,824	+I9,7	-	-	-
2,0-2,5	0,543	0,688	+26,7	-	-	-	-	-
2,5-3,0	0,528	-	-	-	-	-	-	-

окончч. табл. 5

I	2	3	4	5	6	7	8	9
По хлору								
0,0-0,2	0,126	0,026	79,4	0,022	15,4	0,017	22,8	86,6
0,2-0,4	0,092	0,042	54,4	0,033	21,5	0,018	45,4	80,5
0,4-0,6	0,079	0,077	2,6	0,054	29,9	0,025	53,7	68,4
0,6-0,8	0,069	0,089	+29,0	0,060	32,6	0,034	48,4	50,7
0,8-1,0	0,066	0,082	+24,2	0,064	22,0	0,048	25,0	27,3
1,0-1,2	0,064	0,074	+15,6	0,071	4,2	0,048	32,4	25,0
1,2-1,4	0,054	0,066	+22,2	0,080	+21,2	0,057	28,8	+ 5,5
1,4-1,6	0,054	0,063	+21,1	0,069	+ 9,5	0,055	20,4	+1,8
1,6-1,8	0,052	0,063	+26,1	0,076	+20,6	-	-	-
1,8-2,0	0,050	0,051	+ 2,0	0,086	+68,5	-	-	-
2,0-2,5	0,044	0,054	+22,7	-	-	-	-	-
2,5-3,0	0,043	-	-	-	-	-	-	-

данные табл. 5 показывают, что рассоляющий эффект третьего приема промывки может быть оценен выносом солей в 11,0 т/га на 1000 м³ воды.

В целом, в результате промывки нормой 7600 м³/га при условии создания дренажного модуля 0,32; 0,21 л/сек/га (табл. 1) рассолением охвачены почво-грунты мощностью до 1,6 м. Опреснение этого слоя выражается снижением запасов солей до 0,460% от веса почво-грунтов по сухому остатку и до 0,039% по хлору при исходных 0,80 и 0,076.

Если принять за исходную и остаточную засоленность C_1 и C_2 и подсчитать вынесенное количество солей (P_s , т/га из расчетного слоя T относительно 1 тыс.м³/га поданной воды Q за вычетом воды, затраченной на пополнение влажности, то имеем:

$$P_s = \frac{(C_2 - C_1)\,T}{Q} \; m/га$$

Подставив в равенство числовые значения, получим вынос солей из расчетного слоя, равный 11,9 т/га по сухому остатку и 1,29 т/га по хлору на 1000 м³/га промывной воды. Общее количество вынесенных легкорастворимых солей составило по расчету 78,0 т/га.

По данным исходной солевой съемки, минерализация верхнего слоя грунтовых вод изменялась от 4 до 10 г/л, средний вынос по сухому остатку 7,35 г/л, по хлору - 0,53 г/л. При повторной съемке она оказалась равной 11,28 г/л (в том числе иона хлора 1,85 г/л), колеблясь в пределах от 8-10 до 14-16 г/л. Следовательно, неправильный режим орошения может привести к интенсивной реставрации засоления за время вегетации, что потребует дополнительных затрат воды на промывку.

В табл. 6 приводятся данные (вариант 5), показывающие ход изменения минерализации фильтровавшихся промывных вод.

Если принять за среднюю минерализацию профильтровавшихся промывных вод среднее значение прироста минерализации после каждого приема промывки (C_1, C_2, C_8) и умножить эти цифры

Таблица 6

Изменение минерализации фильтровавшихся промывных вод

Вариант 5, среднее из 6 точек

Показатель	Исходная минерализация верхнего слоя гр. вод, г/л	Минерализация промывных вод г/л	Изменение минерализации грунтовых вод при промывке откачиваемой водой				Изменение минерализации при промывке оросительной водой		
			После I приема промывки нормой 3600 $м^3$/га	Прирост	После II приема промывки нормой 2000 $м^3$/га	Прирост	Исходная минерализация промывной воды	После III приема промывки нормой 2000 $м^3$/га	Прирост
Сухой остаток	7,35	5,13	13,32	8,19	19,25	14,12	0,68	13,36	12,68
Ион хлора	0,62	1,30	2,45	1,15	3,31	2,01	0,04	1,83	1,79
Сульфат	3,16	2,40	6,42	4,02	9,24	6,84	0,30	6,37	6,07
Уровень грунтовых вод	3,50	-	2,25	-	1,80	-	-	1,60	-

на норму промывки (Q_1 , Q_2 , Q_3 ,) за вычетом объема воды, затраченного на пополнение влажности до предельной полевой влагоемкости, тогда вынесенное количество легкорастворимых солей $P_3 = C_1Q_1 + C_2Q_2 + C_3Q_3$ т/га. Подставив числовые значения в равенство, получим :

P_3 = 0,0082,2555+0,0141,2000+0,0127,2000 = 74,55 т/га. На 1000 м^3 поданной воды приходится 11,4 т/га, в том числе хлора 1,59 т/га.

Таким образом, расчет вынесенного количества легкорастворимых солей, по данным водных вытяжек и минерализации промывных вод, дал идентичный результат, что подтверждает правильность итогов анализа солевых съемок.

Состояние развития растений (29 га заняты под хлопчатником и 21 га - кукурузой) подтверждает полученное рассоление почво-грунтов: на участке солевых выпадов не встречается; густота стояния растений нормальная, не наблюдается угнетения растений. Вегетационные поливы проводятся по бороздам общей нормой 4-5 тыс.м^3/га. Уровень грунтовых вод перед первым поливом залегал на глубине 2,5-3,0 м. В дальнейшем частичной работой скважин грунтовые воды удерживались в этих же горизонтах. Предварительные результаты наблюдений и исследований показывают, что в этих условиях реставрация засоления не происходит.

Скважина вертикального дренажа, обслуживающая исследуемый участок, эксплуатировалась с сентября 1965 по март 1966 г., коэффициент полезной работы равнялся 0,75. Если отнести полученный эффект к работе скважины, тогда рассоляющее действие вертикального дренажа, в рамках рассматриваемого опыта, выражается выносом 0,5 т/га солей в сутки.

Выводы

1. Для рассоления средне- и сильнозасоленных земель , составляющих в совхозе 30-35% от общей площади, достаточно проводить промывки нормой 7-10 тыс.м^3/га в три-четыре приема. При этом скважины вертикального дренажа должны эксплуатироваться с сентября для создания достаточно свободной

емкости почво-грунтов до промывки и обеспечения отвода промывных вод в период промывки и после ее прекращения) по мей в полной мощности, обеспечив дренажный модуль в 0,30 л/сек/га.

2. Исследования показали целесообразность использования откачиваемых вод на промывку. При этом последнюю дробную норму желательно проводить оросительной водой.

3. Для предотвращения реставрации засоления, опасность которой налицо (при рекомендуемых здесь промывках не получается полное рассоление почво-грунтов зоны аэрации, а минерализация верхнего слоя грунтовых вод достаточно еще высокая), вегетационные поливы необходимо осуществлять по типу промывного режима орошения в мелиоративный период работы системы дренажа. Вегетационные нормы полива должны быть на 20-30% больше подсчитанных норм по дефициту влаги. Причем, в этот период необходимо создать либо нормальный водообмен между грунтовыми и подземными водами по типу нисходящего фильтрационного потока грунтовых вод, либо удерживать уровень грунтовых вод на глубине 2,5-3,0 м.

4. На остальных землях (незасоленных и слабозасоленных) проведение промывок нормой 2,5-3,0 тыс.м^3/га считаем правильным. Средне- и сильнозасоленные земли при промывке нормой 7-10 тыс.м^3/га через 2-3 года переходят в незасоленные и слабозасоленные. Следовательно, совхоз "Пахтаарал" при правильном выборе норм промывки средне- и сильнозасоленных земель в течение 2-3 лет сможет перейти на всей площади только к предупредительным промывкам нормой 2,5-3,0 тыс.м^3/га и обеспечить высокие урожаи сельскохозяйственных культур.

Н.П.ДУБИНСКАЯ

О ВЫБОРЕ КОНСТРУКЦИИ ФИЛЬТРА ДЛЯ СКВАЖИН ВЕРТИКАЛЬНОГО ДРЕНАЖА В УСЛОВИЯХ ПРИКОПЕТДАГСКОЙ РАВНИНЫ ТУРКМЕНСКОЙ ССР

В 1962 г. Южной Каракумской геологической экспедицией Управления геологии Туркменской ССР начаты опыты по строительству скважин вертикального дренажа на предгорной равнине Копетдага в зоне действия Каракумского канала. Для этого были выбраны земли совхоза "Карадамак", находящегося в очень трудных мелиоративных условиях. Их южной границей является Каракумский канал, а у восточной расположено водохранилище объемом 6 млн.м^3. За последние четыре года благодаря орошению глубина залегания уровня грунтовых вод на этой территории изменилась с 2-5 до 0,5-1,5 м.

Неглубокое залегание грунтовых вод и интенсивное испарение привели к повышению минерализации воды и засолению почвы. Из 3400 га, занимаемых совхозом, на 2800 га грунтовые воды с поверхности имеют минерализацию от 5 до 25 г/л и выше. С глубиной минерализация воды уменьшается, достигая 2-3 г/л.

Выбранный участок расположен на периферии Ашхабадского конуса выноса, где с поверхности до глубины 300 м залегают эолово-пролювиальные отложения четвертичного возраста. Они подстилаются слабоводопроницаемыми алевролитами Кешинын-байрской свиты неогена.

Вся мощная толща четвертичных отложений представлена частым переслаиванием супесей и суглинков, реже встречаются прослои глин и тонкозернистых песков, что затрудняет подбор фильтра. Отложения гравия и гальки на периферии конуса выноса отсутствуют, лишь изредка встречаются незначительные по мощности (0,3-0,5 м) линзочки крупнозернистого песка.

В задачу работ входил выбор оптимальной конструкции фильтра скважин вертикального дренажа.

В поисках оптимальной конструкции фильтра были опробова-

ны керамические фильтры для тонкозернистых грунтов. Ими бы оборудованы опытные скважины № 2 и 3.

Для сравнения работы фильтра в разных условиях скважину № 2 пробурили за пределами участка в отложениях, содержащи слой гравия со значительной примесью тонкозернистого песка супеси, а скважину № 3 на территории участка в супесчаных суглинистых отложениях, характерных для исследуемого райо

Обе скважины бурились ударным способом, имели диаметр 18". Они оборудованы керамическими фильтрами с внутренним диаметром блоков 280 мм, высотой 340 мм и толщиной стенок 30 мм. Герметизация стыков между блоками осуществляли с помощью слоя расплавленного битума. Опорным каркасом для керамического фильтра служили перфорированные трубы диаметром 273 мм. Длина рабочей части фильтра скважин 2 и 3 составляла соответственно 8,85 и 14,0 м. Подготовленную колонну спускали в скважину, а в оставшееся затрубное пространство засыпали гравий. Опытная откачка проводилась с помощ эрлифтной установки.

Из скважины № 2 откачка начата с расходом воды 7,4-5,8 л/сек при понижении 8,4 м. В течение первых трех дней вын частиц составлял 3-5%. У устья скважины гравийная обсыпка дала незначительную осадку. Следующие семь дней вынос уме шился до 0,5%. На десятые сутки вода полностью посветлел но дебит упал до 3,6 л/сек, при понижении 18,6 м (q = 0,3 л/сек). За последующие 10 суток откачки расхо воды не изменился, а понижение увеличилось до 14,8 м (q = 0,2 л/сек).

При откачке из скважины № 3 первые двое суток расход с ставлял 2,25 л/сек, а вынос песка достигал 25%. В течение трех суток процент выноса частиц грунта снижался при умен шении расхода воды, который достиг 0,5 л/сек. Такое умень шение расхода воды и удельного дебита в процессе откачки дает основание полагать, что в обоих случаях произошла кольматация пор фильтра.

Керамические блоки имеют высокие коэффициенты фильтрации - от 200 до 900 м^3/сутки. В контакте с породой разно механического состава, в результате проникновения частиц породы в поры фильтра, водопроницаемость последнего пони-

жается. Так, по данным Н.Д.Бессонова / 1 /, при соотношении размера пор фильтра с расчетным диаметром частиц породы

$$\frac{\delta}{d_{50}} = \frac{0,2}{0,05} \quad 4$$

характерном для наших условий, снижение проницаемости керамического фильтра в процессе эксплуатации достигает 28-50%.

Однако данные опыты проводились в грунтах с коэффициентом неоднородности $5 > \eta >$ 2. В наших условиях, как видно из табл.3, неоднородность грунта значительно выше $\eta = 1 + 35$, что объясняет снижение проницаемости фильтра на 75-80%. Кроме того, в скважинах, построенных для целей вертикального дренажа со стремлением получить возможно больший расход воды, возникают большие скорости фильтрации, что, в свою очередь, усиливает кольматацию пор.

Из опыта работ следует, что в данных условиях керамические фильтры можно применять только в скважинах, построенных для получения небольших расходов воды. Следовательно, они не могут удовлетворить требованию вертикального дренажа. это подтверждается и работами Всесоюзного гидрогеологического треста в Северо-Казахстанской области / 8 /, где в грунтах с d_{50} = 0,04 - 0,05 мм, но более однородных $\eta = 3$, из скважин, оборудованных керамическим фильтром, был получен удельный расход 15-16 м^3/сутки.

В результате изучения различных конструкций фильтров рядом исследователей установлено, что для получения максимальных расходов воды в мелкозернистых, слабопроницаемых породах следует идти по пути увеличения диаметра скважины, расширения площади соприкосновения фильтра с грунтом водоносного горизонта, улучшения проницаемости зоны, прилегающей к фильтру. Перечисленные условия могут быть получены при оборудовании скважины гравийным фильтром рыхлой обсыпки.

Первая скважина с гравийным фильтром построена по методу так называемой "провальной воронки", предложенному П.А.Панкратовым. Скважина бурилась ударным способом станком УКС-22, имела диаметр 18", глубину 40 м и была оборудована фильтровой колонной диаметром 14" с длиной рабочей

части фильтра 11,5 м. После установки фильтра обсадная колонна была извлечена, и в зафильтровое пространство засыпан гравий.

При строительной откачке продолжительностью 20 суток, в результате выноса частиц грунта, достигавшего 25%, образовалась провальная воронка диаметром 6 м. Общие затраты гравия при этом составили 400 м^3. Расход воды в скважинах равнялся 13,5 л/сек при понижении 3,5 м.

Продолжительная строительная откачка и затраченное большое количество гравия свидетельствуют о неприемлемости для данных условий создания гравийного фильтра таким методом.

Водовмещающая порода, представленная супесями со средним диаметром зерен d_{50} = 0,05-0,03 мм, требует создания около фильтра равномерного слоя гравийной обсыпки толщиной, обеспечивающей постепенный переход от водовмещающей породы к фильтру. Но удельный расход, полученный при откачке, подтвердил преимущества гравийного фильтра в данных условиях и требовал поисков более эффективных методов его строительства. Поэтому дальнейшие работы были направлены на улучшение конструкции гравийного фильтра и исследование его работы. При этом мы учли опыт строительства скважин вертикального дренажа в Узбекистане.

В двух, построенных на участке, скважинах № 4 и 6 опробован метод создания гравийного фильтра при помощи питающих скважин. Последние бурились вокруг опытной скважины на минимально возможном удалении от нее и засыпались гравием. Гравием заполняли и затрубное пространство самой опытной скважины.

Таким образом, вокруг скважины создается кольцо гравийной обсыпки, а между этим кольцом и скважиной остается какой-то объем грунта, который выносится при откачке. Опытная скважина № 4 диаметром 18" была пробурена роторным способом, а № 6 диаметром 600 мм - при помощи колодцекопателя конструкции В.Г.Беспалова станком УШБ-16.

Все питающие скважины диаметром 18" бурились роторным способом. Около скважины № 4 расстояние до питающих скважин составляло 0,7 м, а у № 6 , в связи с обрушением в процессе бурения центральной скважины, расстояние до питающих было

увеличено до I м. В центральных скважинах по окончании бурения промывался ствол и устанавливалась фильтровая колонна, а затрубное пространство заполнялось гравием. Результаты откачек приведены в табл. I.

При строительной откачке продолжительностью до 15 суток из скважин происходил вынос грунта, оставшегося между центральной и питающими скважинами. Это привело к образованию провальных воронок диаметром 5-6 м вокруг скважины. Особенно большие воронки образовались вокруг скважины № 6, так как питающие скважины были пробурены на большем расстоянии от центральной, и порода, оставшаяся между обсыпкой и скважиной, имела значительный объем.

Кроме того, гравий, засыпанный через питающие скважины, не создает сплошного кольца обсыпки. Очевидно, прежде чем образуется такое кольцо, часть грунта, оставшаяся между питающими скважинами, выносится при откачке. Это приводит к большим дополнительным затратам гравия в процессе строительной откачки.

Однако повышенный расход гравия компенсируется приращением дебита скважин. Так, за период строительной откачки из скважины № 6 удельный дебит увеличился от 2,4 до 25 л/сек.

Расходы в 30-50 л/сек из скважин, построенных в лессовано-суглинистых отложениях, на периферии предгорной равнины Копетдага получены впервые.

Несмотря на хорошие результаты откачки, необходимо сказать, что данный метод создания гравийного фильтра удлиняет срок строительной откачки, приводит к образованию больших воронок у устья скважины и повышенным затратам гравия. Кроме того, при эксплуатации скважины в случае продолжительных остановок откачки после пуска возникает пескование.

Для устранения указанных недостатков мощную гравийную обсыпку следует создавать непосредственно около фильтрового каркаса, что достигается бурением скважин больше его диаметра. С этой целью мы использовали станок УШБ-16, оснащенный колодцекопателем конструкции В.Я.Беспалова. С его помощью на участке пробурено 6 скважин диаметром 1200 мм. Стенки

Таблица 1

Результаты откачек

Номер скважины	Глубина скважины, м	Конструкция фильтра					Результаты откачки			Количество засыпанного гравия, м³		
		Тип фильтра	Число питающих скважин	Диаметр фильтрон. каркаса, "	Длина фильтра, м	Скважность, %	Дебит, л/сек	Понижение, м	Удельный дебит, л/сек	При строительстве,	При откачке	Всего
4	58	гравийный	6	14	15	15	29	17	1,7	70	110	180
6	53		7	16	15	15	50	8,8	5,68	100	200	300

скважины крепились при помощи глинистого раствора, который заливался по желобной системе. По окончании бурения скважину промывали и в нее опускали фильтровую колонну диаметром 377 или 429 мм, отцентрированную в стволе при помощи фонарей. Зафильтровое пространство заполняли гравием. Таким образом, созданная засыпка имела толщину около 400 мм. Результаты откачек из скважин этого типа приведены в табл. 2.

Результаты откачки из скважин большого диаметра показали преимущества этого метода создания гравийного фильтра по сравнению с ранее испытанными. Значительно сократился первоначальный период пескования скважины. По мере увеличения дебита при строительной откачке пескование возобновлялось, но было незначительным и продолжалось после каждого увеличения расхода от нескольких часов до одних суток. В процессе строительной откачки создавался устойчивый фильтр. Все строительные скважины эксплуатируются больше года и, несмотря на временные остановки откачки по техническим причинам, продолжают давать чистую воду.

Засыпка гравия непосредственно вокруг фильтрового каркаса привела к сравнительно быстрому формированию фильтра и уменьшению расходов гравия для его создания. Например, в скважинах № 5 и II достаточным казалось гравия, засыпанного при строительстве. Равномерная толщина гравийной обсыпки достигается укреплением фонарей на каждой трубке фильтрового каркаса, что позволяет отцентрировать колонну в стволе. Неравномерный слой обсыпки может привести к усиленному пескованию и даже искривлению скважины. Так, в процессе бурения скважины № 9 ствол ее получил искривление, что создало трудности при центрировании фильтровой колонны в створе и очевидно привело к образованию неравномерной по толщине обсыпки. Это, в свою очередь, вызвало усиленное пескование скважины в начале откачки и потребовало дополнительных расходов гравия, которые в основном ушли на заполнение провальной воронки, образовавшейся вокруг устья скважины.

Таблица 2

Результаты откачек из скважин большого диаметра

Номер скважины	Конструкция фильтра					Результаты откачки				Количество загруженного гравия, м³			
	Глубина скважины, м	Тип фильтра	Толщина обсыпки	Диаметр фильтрового каркаса, м	Длина фильтра, м	Скважность,	Дебит л/сек	Понижение, м	Удельный дебит, л/сек	При строительстве	При откачке	Всего	Продолжит. пескования скважины, суток
5	56,2	гравийный	40[illegible]	377	22,7	15	45	15,6	2,88	100	-	100	8
9	51	гравийный	400	429	200	15	39	21	1,85	100	200	300	10
11	47,6	гравийный	100	429	25	15	38	18	2,1	80	-	80	5

Из полученного опыта по строительству скважин вертикального дренажа на периферии предгорной равнины Копетдаг можно сделать вывод, что для получения высокодебитных и долговечных скважин следует применять фильтры с гравийной обсыпкой, созданной непосредственно у каркаса и имеющей значительную толщину.

Большинство исследователей рекомендует руководствоваться соотношением средних диаметров грунта обсыпки с водоносным горизонтом [3] [6] [9]. Из указанных работ следует, что лучшим является соотношение

$$\frac{D_{50}\ \text{гр}}{d_{50}\ \text{песка}} = 10,$$

Где D_{50} и d_{50} - соответственно средний диаметр зерен породы и гравийной обсыпки скважины.

Допустимым считается и $d_{50} = 20 + 25$, но тогда необходима проверка / 6 /.

В ходе работ нами детально изучен литологический разрез участка, выполнено большое число определений гранулометрического состава водовмещающих пород. Все анализы свидетельствуют о том, что водоносный горизонт сложен толкозернистыми породами, преимущественно супесями и суглинками с большим коэффициентом неоднородности, а средний диаметр d_{50} породы не превышает 0,05-0,005 мм (табл. 3).

Если для подбора гравийной обсыпки руководствоваться соотношением $D_{50} = 10 + 20$, потребуется крупнозернистый песок с размером зерен 0,05-1 мм. Выполнить на фильтровом каркасе отверстия, соответствующие такой обсыпке, невозможно. Если же для предотвращения выноса обсыпки через отверстия фильтра его каркас обматывать сеткой, это приведет к увеличению входных сопротивлений фильтра и будет препятствовать улучшению проницаемости прифильтровой зоны за счет выноса некоторого объема мелких фракций грунта.

Использование сетки, изготовление мелкой перфорации, употребление в качестве обсыпки мытого песка - все это ведет к удорожанию скважины. Мелкие отверстия каркаса быстро зарастают и ненадежны в эксплуатации. Кроме того, не всегда можно получить гравий с таким высоким содержанием мелких фракций.

Таблица 3

Гранулометрический состав пород участка

Номер скважины	Глубина отбора образцов, м	Содержание фракций, %; размер, мм							Размер характерных частиц, мм			
		0,5-0,25	0,25-0,1	0,1-0,05	0,05-0,01	0,01-0,005	Менее 0,005	Менее-0,001	d_{50}	d_{60}	d_{10}	$\frac{d_{60}}{d_{60}}$
II	35,5-37,8	0,5	24,0	50,5	10,6	2,4	4,6	7,4	0,06	0,08	0,003	27
II	38,0-39,3	-	1,5	13,5	53,6	11,2	10,4	9,8	0,025	0,03	0,002	15
5	27,5-30,8	-	0,5	15,5	63,5	5,2	6,6	8,4	0,028	0,03	0,002	15
5	37,2-44,9	0,5	11,0	26,0	37,1	8,5	8,5	8,3	0,03	0,04	0,002	20
9	23,5-27,0	2,4	9,0	27,4	36,4	5,2	2,8	6,8	0,05	0,06	0,006	10,0
10	34,0-36,9	19,6	22,4	34,2	11,4	4,3	3,5	4,6	0,07	0,1	0,008	12,5
	30-33	38,4	35,0	11,7	1,7	2,1		7,1	0,09	0,1	0,088	12,5
	3 33-36,7	10,4	49,2	20,0	4,5	8,3		7,6	0,06	0,07	0,00_	35
	3 36,7-42	3,0	33,4	42,1	4,3	7,7		9,5	0,05	0,05	0,00	25

Существуют и другие мнения по поводу подбора состава гравийной обсыпки. Так И.Ф.Володько / 2 / указывает: "По мере разработки каверны на ее периферии устанавливается скорость, уже не вызывающая выноса песка. Гравий в этом случае служит только для защиты ствола от обвала. Поэтому размер зерен засыпки не играет роли". И.Ф.Володько рекомендует использовать любой гравий после отсева частиц размером мельче 1-2 мм и крупнее 15-18 мм. Наш опыт показал возможность формирования устойчивого фильтра из гравия естественного карьера после отсева частиц больше 10-15 мм.

Выводы

1. Работы подтверждают возможность строительства скважин вертикального дренажа на периферии предгорной равнины Копетдага.

2. Лучшей конструкцией фильтра для данных условий является гравийный фильтр рыхлой обсыпки, засыпаемой непосредственно между каркасом фильтра и стенками скважины.

3. Для успешной работы скважины нужно обеспечить равномерную по толщине гравийную обсыпку, поэтому фильтровая колонна в створе должна быть тщательно отцентрирована.

4. Гранулометрический состав гравийной обсыпки и ее толщину следует подбирать исходя из допустимых скоростей в прифильтровой зоне скважины.

Литература

1. Бессонов Н.Д. Исследование явлений суффозии и кольматации в фильтрах блочного типа из пористых материалов. Сб. "Вопросы гидрогеологических расчетов водозаборов и дренажей", 1963.

2. Володько И.Ф. Гравийные фильтры буровых скважин. В кн. "Фильтры водозаборных скважин", Госиздат, 1952.

3. Гаврилко В.М. Фильтры водозаборных, водопонизительных и гидрогеологических скважин. Госстройиздат, 1962.

4. Гаврилко В.М., Бессонов Н.Д. Фильтры блочного типа из пористой керамики для водозаборных и водопонизительных скважин, Научные сообщения ВНИИВОДГЕО № 17, 1960.

5. Гребенников В.Н. Из опыта строительства и эксплуатации высокодебитных скважин вертикального дренажа в Голодной степи, "Гидротехника и мелиорация" № 10, 1961.

6. Картавин Б.А. Фильтры буровых колодцев для условий Голодной степи, Труды ТИИИМСХ, вып.16, 1960.

7. Решеткина Н.М. и др. Опыт строительства вертикального дренажа в Голодной степи, Сб. "Материалы по производительным силам Узбекистана", вып.15, 1960.

8. Шимановский В.Б. Применение пористых керамических фильтров и метод их подбора, Сб. "Сельскохозяйственное водоснабжение Целинного края". Казсельхозгиз, 1963.

9. Якубов Х. Опыт устройства гравийных фильтров для вертикальных скважин в мелкозернистых песках, Сб. "Вопросы энергетики, гидротехники и горного дела", Изд. АН УзССР, 1961.

10. Якубов Х. Влияние диаметра и проницаемости фильтровой зоны скважины на ее дебит, Сб. "Вопросы гидротехники" вып.9, Изд. АН УзССР, 1962.

11. Якубов Х., Барон А. Из опыта строительства скважин вертикального дренажа в Голодной степи, Сб. "Вопросы гидротехники" вып.17, Изд. АН УзССР, 1964.

А.Г. ПУЛАТОВ

К ВОПРОСУ О ГИДРАВЛИЧЕСКОМ РАСЧЕТЕ ЗАКРЫТОГО ГОРИЗОНТАЛЬНОГО ДРЕНАЖА [1]

В настоящее время у нас в СССР и за рубежом большое распространение получил закрытый горизонтальный дренаж. Однако при расчете дренажных труб до сих пор пользуются гидравлическими зависимостями, выведенными для движения жидкости с постоянным расходом, что не соответствует действительности. Поток в закрытом горизонтальном дренаже движется с возрастанием расхода, вследствие попутного притока по длине дрены. Такое движение можно рассматривать как движение жидкости с переменной массой.

Основоположником теории движения тела переменной массы является И.В.Мещерский / I /. В последующем основные закономерности движения жидкости с переменной массой исследованы такими учеными, как Г.А.Петров / 2 /, В.М.Маккавеев, И.М.Косовцов / 3 / и др. Д.М.Минцем / 3 / выведена расчетная формула для определения поперечного сечения промывных желобов. С этой целью используется видоизмененное уравнение Бернулли в дифференциальной форме для движения потока с переменным расходом. Такое же уравнение Бернулли может быть использовано и для расчета закрытого горизонтального дренажа

$$\frac{dz}{dx} + \frac{d}{dx}\left(\frac{\alpha u^2}{2g}\right) + \frac{\alpha(u-\theta)}{g\omega}\cdot\frac{dQ}{dx} = 0 \qquad (I)$$

где u - средняя скорость в сечении,

θ - проекция скорости присоединяющейся массы по направлению основного потока,

α - коррективы скорости, учитывающий распределение ее по сечению ,

ω - поперечное сечение потока,

---

[1] Работа выполнена при консультации канд.физ.-мат. наук К.Ш.Латинова

Q - полный расход в данном сечении,

Z - координата свободной поверхности.

В уравнении (1) отброшен член, учитывающий потери на трение. Так как вливающийся через щели поток перпендикулярен к оси основного потока, то $\theta = 0$. Умножив уравнение (1) на dx, можем написать

$$dz + d\left(\frac{\alpha u^2}{2g}\right) + \frac{du}{g\omega} dQ = 0$$

Если принять уклон трубы $i = 0$, то $dz = dh$ (h - глубина наполнения) ; тогда

$$dh + d\left(\frac{\alpha u^2}{2g}\right) + \frac{du}{g\omega} dQ = 0 ; \qquad (2)$$

Известно, что в сечении

$$Q = u\omega ; \quad dQ = u d\omega + \omega du ;$$

Учитывая это, уравнение (2) можно переписать следующим образом:

$$dh + d\left(\frac{\alpha u^2}{2g}\right) + \frac{\alpha u}{g\omega}(u d\omega + \omega du) = 0 ; \qquad (3)$$

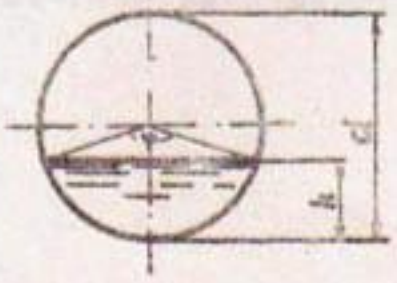
или преобразовать в такой вид:

$$dh + d\left(\frac{\alpha u^2}{g}\right) + \frac{\alpha u^2}{g}\frac{d\omega}{\omega} = 0 ; \qquad (4)$$

Определим теперь h и ω, входящие в уравнение (4) из чертежа (рис. 1) имеем

$$h = R\left(1 - Cos\frac{\varphi}{2}\right) ;$$

$$\omega = \frac{R^2}{2}(\varphi - Sin\,\varphi) ;$$



(φ - центральный уго

или

$$dh = \frac{1}{2} R \sin\frac{\varphi}{2} d\varphi ; \qquad (5)$$

$$d\omega = \frac{R^2}{2}(1 - \cos\varphi)\, d\varphi ; \qquad (6)$$

Подставим равенства (5) и (6) в формулу (4), тогда

$$\frac{R}{2}\sin\frac{\varphi}{2} d\varphi + d\left(\frac{\alpha u^2}{g}\right) + \frac{\alpha u^2}{g} \frac{\frac{R^2}{2}(1-\cos\varphi)d\varphi}{\frac{1}{2}(\varphi - \sin\varphi) R^2} ;$$

Введем новую переменную

$$W = \frac{\alpha u^2}{g}$$

получили

$$\frac{R}{2}\sin\frac{\varphi}{2} d\varphi + dW + W\frac{(1-\cos\varphi)d\varphi}{\varphi - \sin\varphi} = 0 ;$$

или

$$\frac{dW}{d\varphi} = -\frac{R}{2}\sin\frac{\varphi}{2} - W\frac{1-\cos\varphi}{\varphi - \sin\varphi} ; \qquad (7)$$

Уравнение (7) - линейное. Запишем его в следующем виде:

$$\frac{dW}{d\varphi} + W\frac{1-\cos\varphi}{\varphi - \sin\varphi} = -\frac{1}{2} R \sin\frac{\varphi}{2}$$

$$\frac{dW}{d\varphi} + W\frac{1-\cos\varphi}{\varphi - \sin\varphi} = 0 ; \qquad (8)$$

Решение левой части (8) дает

$$\int\frac{dW}{W} = -\int\frac{1-\cos\varphi}{\varphi - \sin\varphi} d\varphi + C ;$$

далее, интегрируя, получаем

$$\ln W = \ln C - \ln(\varphi - \sin\varphi) ;$$

$$W \frac{C}{\varphi - \sin\varphi} ; \qquad (9)$$

Вариация постоянной C дает

$$\frac{dW}{d\varphi} = \frac{C'}{\varphi - \sin\varphi} - \frac{C(1-\cos\varphi)}{(\varphi - \sin\varphi)^2} ; \qquad (10)$$

Подставим (10) в (8) и продолжим преобразование:

$$\frac{C'}{\varphi-\sin\varphi}-\frac{C(1-\cos\varphi)}{(\varphi-\sin\varphi)^2}+\frac{C}{(\varphi-\sin\varphi)}\frac{1-\cos\varphi}{(\varphi-\sin\varphi)}=\frac{1}{2}R\sin$$

$$C=-\frac{1}{2}R\sin\frac{\varphi}{2}(\varphi-\sin\varphi);$$

$$dC=-\frac{1}{2}R\sin\frac{\varphi}{2}(\varphi-\sin\varphi)\,d\varphi;$$

$$C=-\int\frac{R}{2}\sin\frac{\varphi}{2}(\varphi-\sin\varphi)\,d\varphi+C_1;$$

$$C=-\frac{R}{2}\left[\int\varphi\sin\frac{\varphi}{2}d\varphi-\int\sin\varphi\sin\frac{\varphi}{2}d\varphi\right]+C_1;$$

представим

$$\varphi=2\left(\frac{\varphi}{2}\right):\sin\varphi=2\sin\frac{\varphi}{2}\cos\frac{\varphi}{2};$$

тогда

$$C=-\frac{R}{2}\left[4\int\sin\frac{\varphi}{2}d\left(\frac{\varphi}{2}\right)-4\int\sin^2\frac{\varphi}{2}\cos\frac{\varphi}{2}d\left(\frac{\varphi}{2}\right)\right]+C_1$$

Решим следующие интегралы:

1. $$4\int\frac{\varphi}{2}\sin\frac{\varphi}{2}d\left(\frac{\varphi}{2}\right)=4\left(\sin\frac{\varphi}{2}-\frac{\varphi}{2}\cos\frac{\varphi}{2}\right)+C;$$

2. $$4\int\sin^2\frac{\varphi}{2}\cos\frac{\varphi}{2}d\left(\frac{\varphi}{2}\right)=4\int\sin^2\frac{\varphi}{2}d\left(\sin\frac{\varphi}{2}\right)=\frac{4\sin^3}{3}$$

Подставим найденные значения в выражение для C :

$$C=\frac{R}{2}\left[4\sin\frac{\varphi}{2}-4\frac{\varphi}{2}\cos\frac{\varphi}{2}-4\frac{\sin^3\frac{\varphi}{2}}{3}\right]+C_1=$$

$$=-2R\left(\sin\frac{\varphi}{2}-\frac{\varphi}{2}\cos\frac{\varphi}{2}-\frac{1}{3}\sin^3\frac{\varphi}{2}+C_1\right.;\qquad(11$$

после подстановки формулы (11) в (9) и некоторых преобразований, получим

$$W=\frac{2R\left(\sin\frac{\varphi}{2}+\frac{\varphi}{2}\cos\frac{\varphi}{2}+\frac{1}{3}\sin^3\frac{\varphi}{2}\right)+C_1}{\varphi-\sin\varphi};$$

при $\varphi=\varphi_0$, $C_1=C_1'$

Поэтому

$$W=-R\,\frac{2\sin\frac{\varphi}{2}-\varphi\cos\frac{\varphi}{2}-\frac{2}{3}\sin^3\frac{\varphi}{2}+C_1'}{\varphi-\sin\varphi};$$

или заменив $W=\frac{\alpha u^2}{g}$, имеем

$$\frac{\alpha u^2}{g}=-R\,\frac{2\sin\frac{\varphi}{2}-\varphi\cos\frac{\varphi}{2}-\frac{2}{3}\sin^3\frac{\varphi}{2}+C_1'}{\varphi-\sin\varphi};$$

Из этого уравнения можно определить u^2:

$$u^2=\frac{gR}{\alpha}\,\frac{2\sin\frac{\varphi}{2}-\varphi\cos\frac{\varphi}{2}-\frac{2}{3}\sin^3\frac{\varphi}{2}+C_1'}{\varphi-\sin\varphi}$$

или

$$u=K\sqrt{\frac{\sin\frac{\varphi}{2}+\frac{\varphi}{2}\cos\frac{\varphi}{2}-\frac{1}{3}\sin^3\frac{\varphi}{2}+C_1''}{\varphi-\sin\varphi}}\,; \qquad (12)$$

Коэффициент $K=\sqrt{\frac{g}{\alpha}d}$;

где d - диаметр трубы.

Уравнение (12) является выражением для скорости в сечении трубы в зависимости от наполнения.

Литература

I. Мещерский И.В. Динамика точки переменной массы, СПб., 1892.
2. Петров Г.А. Движение жидкости с изменением расхода вдоль пути. М., Стройиздат, 1951.
3. Маккавеев В.М. и Коновалов Н.М. Гидравлика. М.-Л., Речиздат, 1940.
4. Минц Д.М. и Шуберт С.А. Фильтры АКХ и расчеты промывки скорых фильтров. М.-Л., 1951.

Л.Н.ПОБЕРЕЖСКИЙ

СРАВНЕНИЕ ГАММАСКОПИЧЕСКОГО И НЕЙТРОННОГО МЕТОДО ОПРЕДЕЛЕНИЯ ВЛАЖНОСТИ ПОЧВО-ГРУНТОВ

Стремление ряда ученых к совершенствованию методов ления почвенной влажности обусловлено большим значени в почве для многих важных отраслей народного хозяйств

Малооперативный и трудоемкий термостатно-весовой с последнее время все шире заменяется более прогрессивн маскопическим (ГМ) и нейтронным (НМ) методами.

Гаммаскопический метод

Сущность ГМ - использование зависимости интенсивно медления коллимированного пучка гамма-лучей, проходя определенный слой почвы, от ее влажности. Предусматр получение начальной влажности обычных термостатно-ве определением, а изменения влажности относительно нач измеряются с помощью гамма-лучей и рассчитываются по мулс:

$$\pm \Delta W = \frac{\ln J_{t_1} - \ln J_{t_2}}{\mu_в}$$

где ΔW - изменение влажности за время $t_1 - t_2 = \Delta t$,

J_{t_1} и J_{t_2} - интенсивность гамма-излучения в на и конечный моменты наблюдения,

$\mu_в$ - эффективный коэффициент ослабления гамма- данной энергии для воды, находящейся в по

Основное достоинство ГМ по сравнению с термостат способом - возможность проведения изм рений в посто (горизонтальное просвечивание) или в слое почвы (в просвечивание) как угодно долго. При воднобалансовы дованиях это обстоятельство позволяет полностью и ошибки, связанные с естественной вариацией влажност щади.

Однако при работе ГМ сохраняется (хотя и в меньш трудоемкость определения начальных запасов влаги и

веса почвы, необходимого для перевода весовой влажности в объемную. Кроме того, ГМ имеет ограниченное применение : ослабление пучка гамма-лучей слагается из ослабления их твердой и жидкой фазами почвы. Поэтому результаты наблюдения за изменением влажности будут верными лишь при условии постоянства объемного веса, что не соблюдается, например, на возделываемых полях.

Нейтронный метод

НМ основан на зависимости плотности нейтронов и интенсивности захватного гамма-излучения от влажности среды. При этом имеются две предпосылки: 1) ядра водорода - сильнейшие замедлители быстрых нейтронов; 2) преобладающее количество водорода в почвах приходится на влагу. На этой основе В.А.Емельянов и Л.И.Бескин / 4 / предложили нейтронный индикатор влажности, который оказался наилучшим среди других советских образцов и с 1964 г. производится серийно.

Нейтронный метод позволяет измерять повсеместно, где есть возможность заложить скважину, и армировать ее трубой, но в отличие от ГМ не дает послойных запасов влаги в почве.

Точность сравниваемых методов близка между собой и не отличается от эталона (1,3).

Методика и результаты исследований

Для изучения использовали серийные комплекты нейтронного индикатора влажности (НИВ-I) и гамма-влагомера М-30 конструкции А.И.Данилина / 2 /. Опыты проводились на двух разрезах параллельно. Первый разрез заложен на бурой лесной почве с объемным весом в слое 0-100 см 1,02 г/см^3, второй - на коричневой темной щебенчатой почве с объемным весом в том же слое 1,33 г/см^3. Оба разреза оборудованы армированной скважиной (заложена методом бурения) для измерений НМ

и двумя армированными скважинами, расположенными в непосредственной близости друг от друга (заложены методом забивки) для работы ГМ. Расстояние между скважинами ГМ для случаев горизонтального и вертикального просвечивания 40 см . Принятые величины эффективности коэффициента ослабления гамма-лучей по рекомендации В.А.Емельянова / 3 /: при глубине 10 см $\mu_в$ равно 0,041 $см^2/г$, при 20 см $\mu_в$ равно 0,040 $см^2/г$, 30 см $\mu_в$ равно 0,039 $см^2/г$ и при 40 см $\mu_в$ равно 0,039 $см^2/г$. Во время работы ГМ использовали комплектный изотоп Co^{60} активностью 0,5 мг/экв. Ra , но поскольку сомневались в возможности просветить им 40-сантиметровый слой почвы, был оборудован дополнительный зонд с тем же изотопом активностью 5,0 мг, т.е. в 10 раз больше комплектной.

Начальную влажность почвы определяли в 5-кратной, а объемный вес - в 3-кратной повторности.

Погрешности результатов измерений ГМ уменьшаются с ростом разности $\ell n I_{t_1} - \ell n I_{t_2}$. Отсюда вытекает потребность просвечивать возможно больше по мощности почвенные слои гамма-излучением соответственно меньшей энергии. Параллельная работа двумя зондами и сравнение полученных результатов с эталоном (табл. 1) дает возможность заключить, что зонд с малым (0,5 мг) источником показывает неестественно заниженные величины влажности, причем, это наблюдается на обоих разрезах и, по-видимому, не зависит от типа почвы и ее объемного веса.

Явно недостаточная активность источника гамма-лучей вызывает заниженную скорость счета в пересчетном устройстве следствием чего являются заниженные величины влажности.

Из приведенных данных, которые легко умножить, следует также, что зонд с источником большей активности показывает результаты, близкие к эталонным (абсолютная ошибка ГМ не превышает 2%). Исключение составляют точки на глубинах 10 100 см (разрез 1) и 10, 80 и 100 см (разрез 2).

Таблица 1

Влажность почвы (% об.), измеренная ГМ с различными источниками, по сравнению с эталоном

Глубина, см	Объемный вес, г/см³	Эталон	ГМ		Ошибка ГМ			
			0,5 мг	5,0 мг	абсолютная, % об.		относительная, % об.	
					0,5 мг	5,0 мг	0,5 мг	5,0 мг
			Разрез I					
I0	0,88	39,5	7,9	I0,0	3I,6	29,5	80,0	75,0
30	0,94	36,0	I8,0	35,4	I8,0	0,6	50,0	I6,7
50	0,99	40,0	25,I	4I,3	I4,9	-I,3	37,2	-3,2
80	I,08	39,2	I8,4	40,0	20,8	-0,8	53,0	-2,4
I00	I,I9	39,8	I7,5	29,0	22,3	I0,8	56,0	27,2
			Разрез 2					
I0	I,I8	2I,8	6,0	II,9	I5,8	9,9	72,5	45,5
30	I,27	26,4	I2,8	27,4	I3,6	-I,0	5I,5	-3,8
50	I,32	26,9	I8,7	28,9	8,2	-2,0	30,0	-7,5
80	I,38	30,0	I9,0	24,2	II,0	5,8	37,0	I9,3
I00	I,49	29,8	I8,I	2I,0	II,7	8,8	39,4	29,6

Для точек на глубине 10 см высокая погрешность - следствие изменения условий рассеяния гамма-лучей в слое почвы, находящемся на контакте двух различных по плотности сред. Аналогичные результаты получены М.В.Преображенской / 5 / в совхозе "Пахтаарал". Согласно данным этого автора отклонения от эталона, полученных ГМ влагозапасов в слое почвы 0-30 см могут достигать 150-200 $м^3$/га.

Очевидно, измерять влажность почвы ГМ с достаточной точностью можно лишь при условии постоянства расстояния между источником гамма-лучей и детектором, или параллельности обсадных труб по всей их длине. В противном случае при одной и той же естественной влажности почвы степень ослабления гамма-лучей будет отлична от соответствующей величины при постоянном удалении источника от детектора вследствие сильного влияния мощности почвенного слоя.

Произведенная в конце работ специальная раскопка скважин показала, что направляющее устройство (кондуктор) обеспечило параллельность обсадных труб лишь на расстоянии 70-80 см на бурой лесной и 40-50 см на коричневой, темной щебенчатой почве при горизонтальном просвечивании. При вертикальном просвечивании эти величины равны соответственно 50-60 и 30-40 см. В обоих случаях наблюдались постепенное расхождение обсадных труб и рост расстояния между ними. На глубине 1 м это расхождение достигало 8-13 см и явилось причиной заниженных данных на соответствующих глубинах (табл. 1).

Указанные погрешности отмечались и при сравнении результатов, полученных гаммаскопическим и нейтронным методами (табл. 2).

Многочисленные данные параллельных измерений влажности почвы двумя методами показывают, что при условии постоянного удаления источника гамма-лучей от детектора отклонение результатов, полученных ГМ и НМ, не превышает 2% объемной влажности.

Таблица 2

Сравнение влажности почвы (% об.), измеренной ГМ и НМ

Глубина, см	W гм	W нм	W гм - W нм	$\frac{W_{гм} - W_{нм}}{W_{гм}}$
	Разрез I			
I0	20,6	26,6	-6,0	-29,0
30	27,0	26,7	0,3	I,I
50	28,9	30,0	-I,I	- 3,8
80	32,4	3I,7	0,7	2,2
I00	25,0	33,0	-8,0	-32,0
	Разрез 2			
I0	I4,I	I8,7	-4,6	-32,6
30	22,7	2I,4	I,3	5,7
50	24,I	24,8	-0,7	- 2,9
80	26,6	24,6	2,0	7,5
I00	I9,5	29,I	-9,6	49,2

ПРИМЕЧАНИЕ: При измерениях ГМ использовался зонд с источником 5,0 мг.

В ы в о д ы

I. Малооперативный и трудоемкий термостатно-весовой способ определения влажности почво-грунтов в полевых условиях не отвечает современному уровню развития науки. Разработанные в последние годы радиоактивные методы обладают рядом преимуществ, позволяющих рекомендовать их к широкому применению.

2. Гаммаскопический метод и основанный на нем прибор конструкции А.И.Данилина требует методической доработки. В частности, необходимо увеличить активность источника гамма-лучей не менее, чем в I0 раз и разработать кондуктор такой конструкции, которая позволит сохранить параллельность скважин по всей их длине. Возможна замена изотопа Co^{60} на C_s^{137} или другой источник более мягких гамма-лучей. Такая замена , по мнению Сунь Юнь-Чжа / 6 / позволит повысить чувствительность метода.

3. Нейтронный индикатор влажности весьма удобен для эксплуатации в полевых условиях. Отклонения влажности, измеренной этим прибором при ГИ, в подавляющем большинстве случаев не выходят за пределы 2% объемной влажности.

Литература

1. Данилин А.И. Использование радиоактивных лучей в гидрометеорологии. Л., Гидрометеоиздат, 1957.
2. Данилин А.И. Применение гамма-излучения в исследованиях водного режима почв и снежного покрова. Изв. АН СССР, сер.географич. № 3, 1959.
3. Емельянов В.А. Гамма-лучи и нейтроны в полевых почвенно мелиоративных исследованиях. Госатомиздат,1962
4. Емельянов В.А. Нейтронный индикатор влажности. Гидротехника и мелиорация, № 9, 1964.
5. Преображенская М.В. Результаты применения гамма-излучения для наблюдений за динамикой запасов влаги в почве в совхозе "Пахтаарал". Почвоведение, № IO, 1959.
6. Сунь Юнь-Чжа. Наблюдения передвижения влаги в почвенной колонке методом гаммаскопии. Труды ВНИИГиМ, т.38, 1958.

Х.А.КАДЫРОВ

РЕЖИМ ОТКАЧЕК ПО СИСТЕМЕ ВЕРТИКАЛЬНОГО ДРЕНАЖА В ПЕРЕХОДНЫЙ ПЕРИОД

Основой для расчета режима откачек являются постатейный анализ водного баланса и баланса грунтовых вод, сложившихся на фоне ирригационно-хозяйственного использования водных и земельных ресурсов с учетом мелиоративного состояния последних (современного и прогнозного).

Кроме балансовых расчетов, при составлении режима откачек для крупных массивов необходимо тщательно изучить особенности гидрогеологических условий каждого района и детали литологического строения, а также графики планового и фактического развертывания как вегетационных и осенне-зимних поливов, так и норм и сроков их проведения за ряд лет.

Очень важно знать также начало посевной и уборочной кампании и агротехнику не только ведущей культуры, но и всех видов культивируемых на данном объекте сельскохозяйственных растений.

До настоящего времени в мелиоративной практике существует мнение о целесообразности проведения промывных поливов в периоды самого низшего положения зеркала грунтовых вод, т.е. перед началом промывных поливов необходимо наличие определенной емкости в толще почво-грунтов. Такое требование при мелиорации массива горизонтальным дренажем с достаточной для условий Бухарского оазиса удельной протяженностью около 30 пог. м на I га орошаемой площади - верно, но экономически нерентабельно. При существующей удельной протяженности КДС в Бухарском оазисе (8,I пог.м на I га орошаемой площади) и их глубинах (2-2,5 , реже 3 м) во время промывок на фоне глубокого залегания грунтовых вод основная масса воды в первую очередь пойдет на пополнение запасов влаги зоны аэрации и гравитационных запасов грунтовых вод, вместе с тем соли будут вытеснены с поверхности

в более глубокие горизонты, а остальная часть промывной воды будет отводиться коллекторно-дренажной сетью. В этом случае в климатических условиях рассматриваемого оазиса не исключается явление вторичного засоления 0-1-метровой толщи почвогрунтов.

При мелиорации вертикальным дренажом, работа которого не ограничивается положением зеркала грунтовых вод, период высокого стояния их (1-Ш месяцев), по-нашему мнению, не только не умаляет, а напротив - усиливает рассоляющий эффект того количества промывных вод, которое подается при горизонтальном дренаже в условиях глубокого залегания грунтовых вод. Это положение легко представить, если учесть, что подавая определенное количество воды при высоком положении уровня грунтовых вод, мы можем довольно скоро достигнуть гидравлической связи поверхностных вод с грунтовыми, и если в этот период вести откачку их, то возникающие при этом нисходящие токи ускорят процесс рассоления почвогрунтов.

Кроме того, каптаж подземных вод при высоком уровне более экономичен, чем в противном случае, так как затраты энергии при этом значительно уменьшаются. Сказанное вполне реально в условиях Бухарского оазиса, где покровные мелкоземы имеют небольшую мощность (2-12 м) и грунтовые воды гидравлически связаны с водами галечниковых горизонтов. Такая закономерность была установлена и на основании наших исследований на опытном участке вертикального дренажа в Каганском районе.

Система вертикального дренажа позволяет проведение промывных поливов в любое без заморозков время года, при этом в вегетационный период, согласно А.Г.Владимирову / 1 /, режим полива будет называться опреснительным; от обычного он отличается несколько повышенными поливными нормами.

В связи с установлением возможности каптирования подземных вод на значительной площади оазиса (ранее нами проведено районирование орошаемой территории Бухарского оазиса по условиям литологического строения, конструкциям и дебитам

скважин вертикального дренажа на площади I98 050 га) . рассмотрен вопрос о количестве воды, подлежащей откачке системой вертикального дренажа, посредством которой достигается заданный мелиоративный режим при поддержании оптимальной структуры водно-солевого баланса. При этом к расчету откачиваемой воды были предъявлены следующие условия:

а) поддержание зеркала грунтовых вод на глубине 2,8-3,3 м, при которой достигается резкое сокращение бесполезных потерь на испарение и устанавливается сероземно-луговый процесс почвообразования ;

б) сохранение существующего среднемноголетнего подземного оттока, регулирующего солевой баланс оазиса ;

в) каптирование подземных вод в таком количестве, которое позволило бы поддерживать солевой режим почво-грунтов по типу устойчивого равновесия, при максимальном использовании откачиваемых вод на орошение.

При назначении режима откачек в масштабе оазиса в переходный период мы считаем достаточным выполнение указанных выше условий. Но при этом отмечается большая неравномерность откачек в течение года как по отдельным зонам, так и по всему оазису. Так, если бы мы захотели строго поддерживать уровень грунтовых вод на трех метрах, то для оазиса общий дебит системы по месяцам колебался бы от II,07 до 54,62 $м^3$/сек, при средней его величине 22,35 $м^3$/сек. Такого рода откачка весьма невыгодна с экономической точки зрения, и к тому же эксплуатация системы осложняется.

Режим откачек, установленный расчетом / 3 /, приводится в виде графиков (рис.1, ломаная кривая "а"). Как видно, он получился неравномерным. Общие дебиты при этом для 1 и 2 гидрогеолого-литологических зон колеблются от 0,5 до 9,5 $м^3$/сек; такая же неравномерность отмечается и в остальных зонах.

Выше было отмечено, что назначение оптимального режима зависит от многих условий. Кроме того, следует принять во

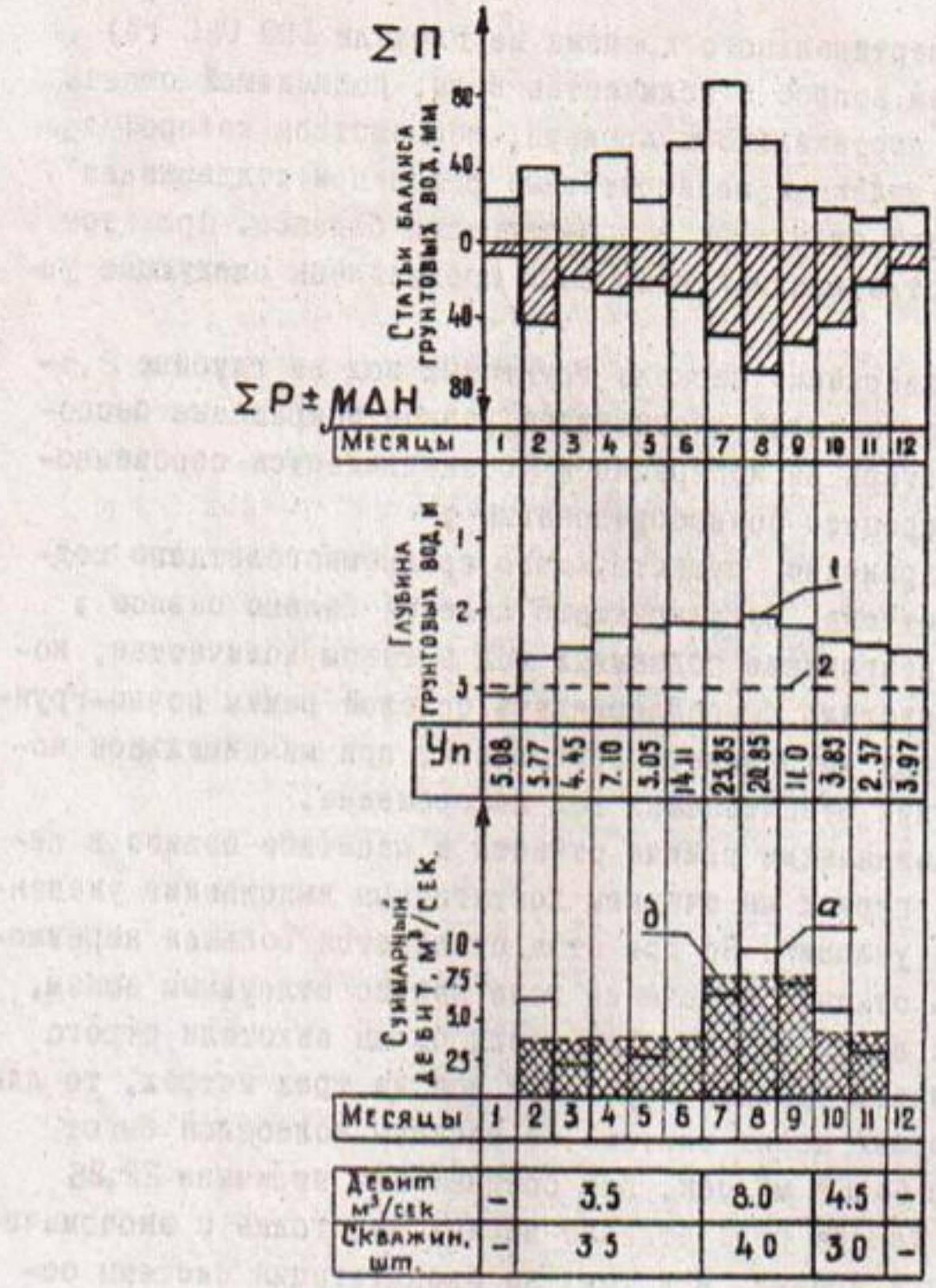


Рис.1 К расчету режима откачек.

ΣП – сумма приходных статей;

ΣР±МΔН – сумма расходных статей;

Уп – водоподача на орошаемую территорию I и 2 гидрогеолого-литологические зоны, м³/сек;

1 и 2 – бытовой и проектный уровень грунтовых вод;

а и д – расчетный и укомплектованный режим откачек.

внимание режим работы электростанций, у которых пик наступает в годовом разрезе - летом и в суточном - во второй половине суток; от него зависит отпускная цена электроэнергии: она выше в периоды пиков и меньше в остальное время. Иными словами, необходимо укомплектовать режим откачек с соблюдением упомянутых выше требований. Например, оптимальный режим откачек для I и 2-й зоны определили следующим образом.

Каптирование подземных вод осуществляется системой вертикального дренажа в течение IO мес. - с февраля по ноябрь включительно. При этом, согласно принятому режиму, в течение года откачка ведется только тремя ступенями: I-я ступень с дебитом 3,5 $м^3$/сек протекает с февраля по июль; вторая с дебитом 8,0 - с июля по октябрь; третья с дебитом 4,5 - с октября по декабрь.

Неиспользованными остаются декабрь и январь, когда зеркало грунтовых вод обычно не превышает 3-метровой глубины. За этот период можно произвести текущие ремонты насосно-силового оборудования и энергохозяйства.

Правильно ли назначен режим откачек с точки зрения использования откачиваемых вод при поддержании зеркала их на уровне, установленном заданным мелиоративным режимом?

Попытаемся разобраться в этом. Прежде всего сравним плановые сроки проведения промывных поливов с фактическим развертыванием их (табл. I и 2).

Таблица I

Плановые сроки проведения всех видов поливов в Бухарском оазисе, согласно гидромодульному районированию

Предпахотные	Промывные	Запасные	Вегетационные	Оросительная норме, $м^3$/га
Для хлопчатника				
2I/IX-20/XII	I/XI-I5/I	I6/I-3I/III	I6/V-20/IX	I050-I900 / 2600-6700
Для фуражных трав				
I/X-I5/XII	I/X-I5/XII	-	I/IV-30/IX	00-I720 / 2600-7800
Для прочих культур				
I/X-30/XI	I/X-I5/XII	2I/IV-20/V	2I/V-30/IX	00-2920 / 2000-5300

ПРИМЕЧАНИЕ: В таблице приводятся крайние сроки поливов, верхние и нижние пределы оросительных норм и невегетационных поливов.

Таблица 2

Фактическое развертывание промывных поливов (га), нарастающим итогом

Сроки	1956-1957 гг.	1957-1958 гг.	1958-1959 гг.	1959-1960 гг.	1960-1961 гг.
I/IX	-	1050	-	-	-
I/XП	3030	6750	-	1310	-
15/XП	4930	16400	16600	8775	2944
I/I	14050	22960	64474	19521	12588
I/П	37419	48286	107282	59285	85226
I/Ш	65165	47607	144432	95452	105093
I/IУ	122846	114142	-	142221	161312

Данные табл. 2 показывают, что фактические сроки проведения промывных поливов сдвинуты с I/XI-15/I на I/I-3I/Ш месяцы, т.е. на три месяца по отношению к плановым; такая картина наблюдается на протяжении многих лет. Это вызвано занятостью полей посевами хлопчатника ввиду его позднего созревания и сбора урожая.

Следовательно, поля, занятые хлопчатником, могут быть промыты в основном с I по Ш месяцы, а по фуражным травам и прочим культурам - начиная с октября по 15 декабря. Эта задача при вертикальном дренаже, как было отмечено, вполне осуществима и никакой задержки посевной кампании не произойдет; в условиях же открытого горизонтального дренажа чаще всего сев задерживается из-за неподготовленности полей, особенно в последних 4 зонах (6,7,8 и 9).

Отсюда и вызвана необходимость работы системы вертикального дренажа с I/X по 3I/Ш. За этот период на территорию I-й и 2-й зон подается 67,05 млн.м^3 воды, из них, согласно режиму, за 4 месяца откачивается 4I,54 млн.м^3

при условии поддержания грунтовых вод на глубине в среднем 3,0 м. Этим количеством воды (41-54 млн.м^3) можно было бы провести все виды поливов за невегетационный период на площади около 16 тыс.га при средней норме 2600 м^3/га и КЗИ 0,75-0,80 для условий Гиждуванского района. Известно, что с I/X-1960 по 31/Ш-1961 г. в этом районе промыто 12994 га и проведены запасные поливы на площади 4970 га; в итоге за невегетационный период полито 17784 га.

Таким образом, каптаж пресных подземных вод в размере 41,54 млн.м^3 позволяет промыть часть земель I-й и 2-й зон и освоить солончаки или целину.

Кроме того, из-за результатов исследований во ВНИИГиМе / 3 / следует, что эффективность зимних промывок достаточно высока и в производственных условиях вполне оправдывает себя, хотя и требует увеличения нормы промывок и их длительности.

Дальнейшая откачка в IУ, У и УI месяцах вызвана необходимостью проведения запасных и вегетационных поливов всех культур при условии поддержания зеркала грунтовых вод на глубине 3,0 м. Нет сомнения в том, что в этот период орошаемые земли оазиса нуждаются в воде, и если учесть освоение целины и в особенности солончаков, то она явится первой необходимостью.

Режим откачек в остальные - с УI по X - месяцы, когда в оазисе развертываются оросительные поливы, не подлежит обсуждению, так как почти вся откачиваемая вода может быть использована на орошение. В случае, когда она сильно минерализована и не может быть использована на орошение, ее следует сбрасывать в открытую сеть горизонтального дренажа межхозяйственного значения.

В общей сложности за год системой вертикального дренажа в I-й и 2-й гидрогеолого-литологических зонах каптируется около 139 млн.м^3 воды, или в среднем 4,44 м^3/сек, и ее хватит на орошение 13,9 тыс.га вновь осваиваемых земель (из расчета 10 000 м^3/га в год). При этом график эксплуа-

тации скважин укомплектован с таким расчетом, чтобы режим уровня грунтовых вод был близок к заданному, т.е. зеркало грунтовых вод может колебаться от 2,8 до 3,3 м.

В такой же последовательности режим откачек в остальных зонах увязан с хозяйственным использованием подземных вод, учетом поддержания уровня грунтовых вод на заданной глубине. Тут может возникнуть вопрос, есть ли необходимость в каптировании такого огромного количества воды - 744,6 млн.м^3 ? Мы считаем, что есть, так как предлагаемая схема регулирования водно-солевого режима почв оазиса основана на региональном методе комплексной инженерной мелиорации на базе использования подземных вод на орошение, в противоположность известным методам локальной мелиорации, не всегда дающим должный эффект. Одна из особенностей геологического строения Бухарского оазиса та, что в вышележащих зонах отмечаются большие потери воды в галечниках, за счет чего и формируются мощные потоки их и нижележащие зоны оказываются под большим гидростатическим напором. Поэтому последовательная разгрузка гидростатического давления в верховьях оазиса положительно сказалась бы на мелиоративном оздоровлении нижележащих зон при одновременном использовании огромных динамических запасов - 700 млн.м^3 - практически пресных подземных вод на орошение. Этого количества воды хватило бы на освоение 70 тыс. га земель.

Литература

1. Владимиров А.Г. Мелиоративная гидрогеология. Госгеолиздат, 1960.
2. Кадыров Х.А. Об исчислении количества подземной воды, подлежащей откачке при вертикальном дренаже. Известия АН УзССР, 1965, техн.сер., № 1.
3. Левковский А.Н. Эффективность летней и зимней промывок засоленных земель. "Гидротехника и мелиорация", № 5, 1966.

Д.А. ИКОНОМУ, А. УМАРОВ

СОЛЕВОЙ РЕЖИМ ПОЧВО-ГРУНТОВ НА ОПЫТНО-ПРОИЗВОДСТВЕННОМ УЧАСТКЕ ВЕРТИКАЛЬНОГО ДРЕНАЖА В СОВХОЗЕ " СОЦИАЛИЗМ "

Природные ирригационно-хозяйственные условия участка

Опытно-производственный участок вертикального дренажа площадью 3000 га расположен на третьей террасе р.Сырдарьи в средней части Шурузякского понижения Голодной степи.

В геолого-литологическом отношении этот участок типичен для центральных районов северо-восточной части Голодностепского бассейна. Наибольшее значение имеют четвертичные аллювиальные и пролювиальные отложения.

Покровные суглинки мощностью 20-22 м и подстилающая их песчаная и гравийно-галечниковая толща с прослоями суглинков и глин мощностью более 200 м - единый мощный напорный комплекс подземных вод верхнего яруса.

Земли участка расположены в поясе светлых сероземов, и это в значительной степени определяет процессы почвообразования и типы почв. Коэффициент земельного использования (КЗИ) участка колеблется в пределах 0,35-0,40.

Почвенный покров представлен тремя группами (данные Узгипроводхоза, 1958 г.) : сероземно-луговые занимают 1444 га; луговые почвы - 591; солончаки - 965 га.

Почвы средне- и тяжелосуглинистые, средние и тяжелые в обработке, при орошении склонны к коркообразованию, обладают плохими водно-физическими свойствами в связи с наличием в почвенном профиле сильногипсированных плотных прослоек мощностью 80-100 см.

По степени засоления 826 га или 27,63% от общей площади участка слабозасоленные, 292 га или 10,0% среднезасоленные, 907 га или 30,1% сильнозасоленные и 965 га или 32,0% составляют солончаки.

По характеру засоления почвы по анионам относятся к хлоридно-сульфатному типу, так как соотношение - $\frac{Cl'}{SO_4''}$ равно 0,1-0,2; по катионам - к смешанному кальциево-магниевому.

Основное количество водорастворимых солей располагается в верхнем двух-трехметровом слое почвенно-грунтового профиля и колеблется в пределах 1,5-2,0, реже 2,5-3,0% по плотному остатку, по хлору - 0,02-0,3%. Глубже двухметрового слоя содержание солей резко снижается и не превышает 0,3-0,5% (реже 0,8-0,9%).

Глубина залегания грунтовых вод, по данным 1965 г., в зоне влияния скважин равна 1,5-2,2 м на орошаемых землях, а на неорошаемых - 1,85-2,41 м от поверхности земли. Минерализация этих вод варьирует от 4,5 до 25 г/л по плотному остатку. Самая высокая минерализация наблюдается на пониженных местах рельефа, неорошаемых землях.

По материалам ирригационно-хозяйственной дешифровки территории 1965 г. земельные угодья участка распределены следующим образом: хлопчатник занимает 720 га, люцерна - 175 га, кукуруза - 91 га, сады и виноградники - 21 га, приусадебные земли - 61 га, оросительная и коллекторно-дренажная сеть - 191 га и залежи - 1741 га.

Из вышеуказанного видно, что при общей площади участка 3000 га пашня составляет 966 га, или 32,2%; всех используемых земель на участке 987 га или 32,9%, а резервы для освоения равны 1741 га.

Динамика роста освоения новых земель в совхозе "Социализм" за 1960-1965 гг.

Годы	По проекту, га	Фактически, га
1960	-	250
1961	-	250
1962	360	172
1963	668	-
1964	772	270
1965	679	132,7

Из этих данных видно, что фактическое освоение новых земель меньше, чем предусмотрено проектом.

Для ускорения темпов освоения новых земель и осуществления проекта на участке построена и введена в эксплуатацию система вертикального дренажа, состоящая из 28 скважин, которая при нормальной работе создает благоприятные условия дренирования для мелиорации засоленных земель ; она дает хозяйству дополнительное количество воды с минерализацией (1,5-2,0 г/л), вполне пригодной для орошения сельхозкультур и использования ее на промывку засоленных почв.

Естественный режим грунтовых вод и влияние на него откачек из скважин вертикального дренажа

Весь изучаемый участок по условиям формирования грунтовых вод можно разделить на орошаемый и неорошаемый массивы.

Каждый из них характеризуется своим режимом грунтовых вод, которые в общем схожи между собой в осенне-зимние периоды и резко отличаются друг от друга в весенне-летний период (рис. I, табл. I).

Наиболее высокое положение уровня грунтовых вод на орошаемых землях наблюдается в июле-августе, когда в результате проведения вегетационных поливов оросительной нормой 6-7 тыс.$м^3$/га глубина залегания их достигает I,52-I,6I м от поверхности земли. Под влиянием испарения и транспирации в конце августе уровень грунтовых вод начинает понижаться и достигает своего максимума в ноябре (2,2 м) до выпадения первых осадков и начала проведения промывок засоленных земель.

При подключенной системе скважин вертикального дренажа в начале марта I965 г. уровень грунтовых вод снизился на 0,53 м ; снижение достигало максимума (0,75 м) в апреле против бытового состояния (рис. I).

Низкое стояние грунтовых вод на орошаемых землях

Таблица I

Среднемесячные колебания уровня грунтовых вод и пьезометрического напора (м) в зоне действия скважин первого фидера

Месяцы	Орошаемые земли						Неорошаемые земли					
	Уровень грунтовых вод			Уровень пьезометрического напора			Уровень грунтовых вод			Уровень пьезометрического напора		
	1964 г.	1965 г.	превышение	1964 г.	1965 г.	превышение	1964 г.	1965 г.	превышение	1964 г.	1965г.	превышение
I	I,82	I,79	+0,03	2,24	2,17	+0,07	2,0I	I,99	+0,02	2,17	I,94	+0,23
II	I,73	I,60	+0,13	I,90	I,75	+0,15	I,56	I,85	-0,29	I,68	I,67	+0,0I
III	I,20	I,73	-0,53	2,27	2,17	+0,I0	I,4I	2,I0	-0,69	2,I7	2,32	-0,I5
IУ	I,20	I,95	-0,75	2,38	2,50	-0,I2	I,74	2,37	-0,63	2,30	2,53	-0,23
У	I,55	2,0I	-0,46	2,42	2,36	+0,06	I,67	2,22	-0,55	2,22	2,33	-0,II
УI	I,65	I,68	-0,03	2,5I	2,5I	-	I,58	I,97	-0,39	2,42	2,28	+0,I4
УII	I,35	I,6I	-0,26	2,26	2,39	-0,I3	I,46	2,08	-0,62	2,32	2,38	-0,06
УIII	I,23	I,52	-0,29	2,32	2,35	-0,03	I,53	2,08	-0,55	2,2I	2,38	-0,I7
IX	I,63	I,67	-0,04	2,34	2,57	-0,23	I,78	2,09	-0,36	2,30	2,63	-0,33
X	I,66	2,06	-0,40	2,80	2,80	-	2,II	2,27	-0,I6	2,89	2,86	+0,03
XI	I,67	I,98	-0,26	2,52	2,89	-0,37	2,07	2,4I	-0,34	2,8I	3,27	-0,46
XII	I,93	2,20	-0,27	2,58	2,75	-0,I7	2,I7	2,24	-0,07	2,80	2,88	-0,08



Рис.I. Режим грунтовых вод и пъезометрического напора в зоне влияния скважин вертикального дренажа в совхозе "Социализм" : I -уровень грунтовых вод; 2 -пъезометрический напор.

сохранилось до декабря. Таким образом, в 1965 г. по сравнению с 1964 г. уровень грунтовых вод снизился в среднем на 0,26 м, а пьезометрический напор - соответственно на 0,08 м.

Для неорошаемых (залежных) земель Шурузякского понижения наиболее высокое понижение уровня грунтовых вод наблюдается весной, оно зависит от продолжительности зимне-весенних осадков. В это время глубина залегания грунтовых вод колеблется в пределах 1,41-1,56 м.

Начиная с мая месяца, грунтовые воды, под влиянием работы системы скважин, а также испарения и транспирации, опускаются, но в июле уровень их поднимается (0,13 м); он связан с интенсивностью орошения окружающих земель.

Режим грунтовых вод и пьезометрического напора вне контура влияния вертикального дренажа (второй фидер) характеризуется средневзвешенными данными, полученными из 20 кустов пьезометров (табл. 2).

Таблица 2

Показатель	1965 г.				
	Июнь	Июль	Август	Сентябрь	Октябрь
Среднемесячный уровень грунтовых вод, м	2,80	2,87	2,47	2,86	3,06
Среднемесячный уровень пьезометрического напора	2,00	2,00	2,10	2,95	3,02

Из табл. 2 видно, что в естественном состоянии уровень грунтовых вод до подключения скважин вертикального дренажа (конец сентября) находился ниже пьезометрического напора на 0,8-0,9 м, а при работе системы на всем участке второго фидера уровень оказался выше пьезометрического напора на 0,5-0,7 м, что обеспечило интенсивный отток их вниз в каптируемый пласт.

Влияние вертикального дренажа на рассоление почво-грунтов

На опытно-производственном участке вертикального дренажа в совхозе "Социализм" до весны 1965 г. эксплуатировались периодически 3-5 скважин из-за отсутствия постоянной электроэнергии.

С марта 1965 г. система из 14 скважин , подключенная к первому фидеру линии электропередачи (ЛЭП), была введена в эксплуатацию. С 27 сентября 1975 г. подключены скважины (15-28) второго фидера.

По сравнению с прошлыми годами КПР скважин (отношение времени фактической работы скважин к плановой) в 1965 г. значительно повышен и колеблется в пределах 0,40-0,82 за исключением скважин № 4,7,13, где коэффициент полезной работы не превышает величину 0,35.

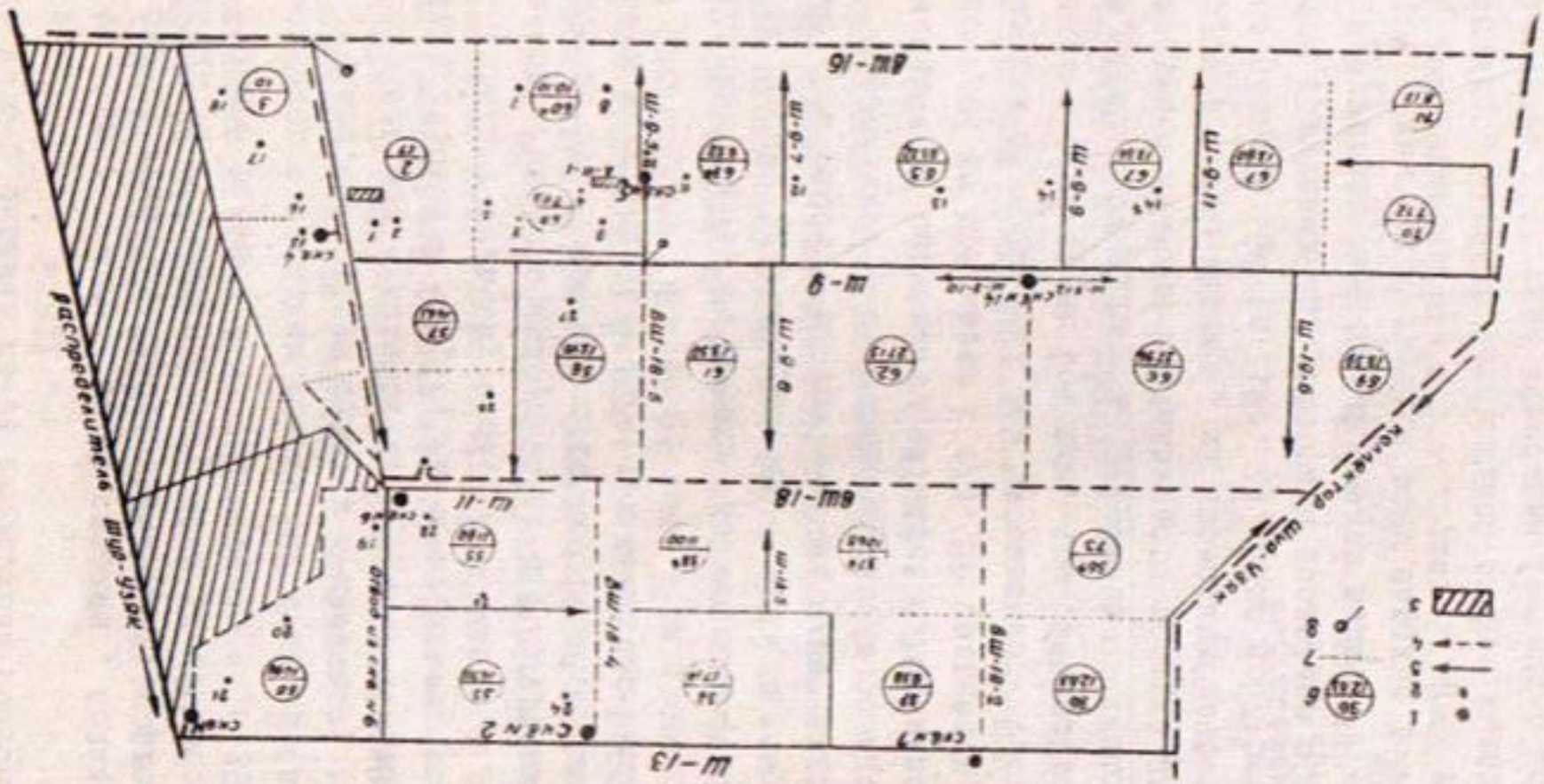
Скважинами первого фидера за 1965 г. отработано 54 972 смен/час., за это время ими откачено 17648,6 тыс.м^3 воды. При средней минерализации 1,84 г/л вынесено 34262,7 т солей.

Наблюдаемые в 1965 г. дебиты скважин колебались в пределах 80-100 л/сек, удельные дебиты - 10-12 л/сек на один метр понижения, при рабочем напоре 9-11 м. Минерализация откачиваемых вод различная - от 1,3 до 2,57 г/л по плотному остатку, исключение составляет скважина № 26, минерализация воды в которой не превышает 1 г/л. По сравнению с 1960 г. минерализация откачиваемых вод из скважин № 1,2,3,4,6,8,9 увеличилась в среднем на 0,4 г/л, что связано с нисходящим притоком солевых растворов из покровных суглинков.

Для изучения влияния вертикального дренажа на рассоление почво-грунтов (зоны аэрации) мы проводили почвенно-солевую съемку на площади 150 га (рис. 2). Было пробурено 28 точек до глубины грунтовых вод, отобраны послойные образцы почво-грунтов и проведен химический анализ воды.

Солевой режим почво-грунтов зоны аэрации в зоне влияния

Рис.2. Схема расположения точек взятия образцов почво-грунтов на участке вертикального зрения в совхозе "Социализм": 1 – опытные скважины; 2 – точки взятия образцов почв почв; 3 – просеки; 4 – комплексно-дренажная сеть; 5 – динамические площадки; 6 – $\frac{\text{мощность карты}}{\text{площадь "га"}}$; 7 – границы огороженных земель; 8 – водозаборник.



вертикального дренажа изучался нами на трех фонах:

а) орошаемые почвы (поливная карта № 3) с давностью освоения более 25 лет. Земли относятся к сероземно-луговым, среднесуглинистым, слабо- и среднезасоленным. Полученный урожай хлопка на этих землях в 1965 г. равнялся 32 ц/га ;

б) новоосвоенные земли давностью от 2 до 5 лет, почвы солончаковые, сероземно-луговые, характеризуются неудовлетворительной спланированностью полей и отличаются более высокой засоленностью (2-2,5% от веса воздушно-сухой почвы) Хлопчатник угнетен, имеются солевые выпады культуры, урожайность относительно низкая - 10-20 ц/га ;

в) неорошаемые залежные земли средне- сильнозасоленные и солончаки.

Кроме того, для детального исследования солевого режима в верхних слоях почвы мы заложили две динамические площадки размером 9 $м^2$.

Динамическая площадка I расположена на поливной карте (хлопковое поле второго года освоения) в 100 м на восток от скважины № 5 и представлена сероземно-луговыми солончаковыми почвами среднего механического состава; спланированность поля неудовлетворительная, имеются неровности (бугры и понижения).

Динамическая площадка II находится в 100 м от скважины № 4, западнее ее, на поливной карте (хлопковое поле с давностью освоения более 25 лет, общее состояние хлопчатника хорошее, вокруг площадки изрежен). Почвы также сероземно-луговые, среднесуглинистые, слабой и средней степени засоления.

На этих же площадках производилось бурение до грунтовых вод, отбирались образцы почво-грунтов и делались пробы воды на химический анализ в 4-кратной повторности перед и после вегетационных поливов. Солевой режим почво-грунтов на опытном участке в зоне влияния вертикального дренажа характеризуется данными, приведенными в табл. 3 (рис.3).

Таблица 3

Динамика солевого режима зоны аэрации почво-грунтов

Номер точки	Дата взятия образцов	В слое, м											
		0 - 0,2						0 - 1,0					
		т/га			%			т/га			%		
		плотн. остат.	Cl'	SO_4''	плотн. остат.	Cl'	SO_4''	плотн. остат.	Cl'	SO_4''	плотн. остат.	Cl'	SO_4''
I. а) Орошаемые земли (в контуре влияния вертикального дренажа)													
Т-3	27/IУ-65	34	0,9	I8	I,I	0,3	0,6	207	5,0	I27	I,3	0,033	0,08
контур	I4/IX-65	32	0,6	22	I,0	0,02	0,4	I94	2,0	I32	I,3	0,0I8	0,9
№ 2	разница	-2,0	-0,3	+4	-0,I	-0,0I	+0,2	-I3	-3,0	+5,0	-	-0,0I5	+0,I
Т-I8	5/У-65	33	I,06	20	I,I	0,035	0,7	223	4,5	I43	I,4	0,03	0,9
контур	3I/УШ-65	24	0,60	I6	0,8	0,020	0,7	I84	3,0	I25	I,I	0,02	0,7
№ 8	разница	-9,0	-0,46	-4,0	-0,3	-0,0I5	-	-39	-I,5	-I8	-0,3	-0,0I	-0,2
б) Орошаемые земли (вне контура влияния вертикального дренажа)													
Т-28	24/У-65	43	I,70	26	I,5	0,08	0,9	230	5,3	I52	I,5	0,042	I,0
	3/X-65	49	I,73	34	I,6	0,06	I,I	258	5,8	I68	I,7	0,040	I,I
	разница	+6,0	+0,03	+8	+0,I	-0,02	+0,2	+28	+0,5	+I6	+0,2	-0,02	+0,I
II. Новоосвоенные земли													
Т-6	28/IУ-65	44	I,06	23,7	I,47	0,035	0,79	238	4,2	I32	I,6	0,028	0,88
контур	6/IX-65	36	0,50	28,0	I,I8	0,0I5	0,83	I94	2,8	I2I	I,3	0,0I8	0,90
60-60в	разница	-8,0	-0,56	+4,3	-0,29	-0,02	+0,04	-44	-I,4	-II	-0,3	-0,0I	+0,02

I	2	3	4	5	6	7	8	9	I0	0II	I2	I3	I4
т-8	28/IУ-1965	63	7,28	3,3	2,1	0,24	1,1	295	44	168	20	0,22	I,I
контур 60-60э	9/IX-1965	54	3,0	3,3	1,8	0,1	I,I	282	22	182	1,7	0,11	I,2
	Разница	-9	-4,3	-	-0,3	-0,14	-	-13	-22	+14	-0,3	-0,11	+0,I
т-9	28/IУ-1965	5I	3,38	29	I,7I	0,112	0,95	276	20,02	I5I	1,84	0,13	I,02
контур 60-60э	9/IX-1965	47	1,20	30	I,57	0,040	1,00	25I	9,75	I55	1,67	0,065	I,05
	Разница	-4	-2,18	+1,0	-0,14	-0,072	+0,05	-25	-10,25	+4,0	-0,17	+0,52	+0,03
					Ш. Неорошаемые земли								
т-I4 залежь	4/У-1965	33	I,I	2I,2	I,5	0,025	I,00	2II	8,8	I33,6	I,60	0,027	I,07
I000 м на запад	27/УШ-1965	54	4,6	32,8	I,78	0,I52	I,97	29I	I3,4	I77,8	I,63	0,I55	I,363
от скважины № 5	Разница	+2I	+3,5	+II,6	+0,28	+0,I27	+0,97	+80,0	+4,6	+44,2	+0,03	+0,I28	+0,356

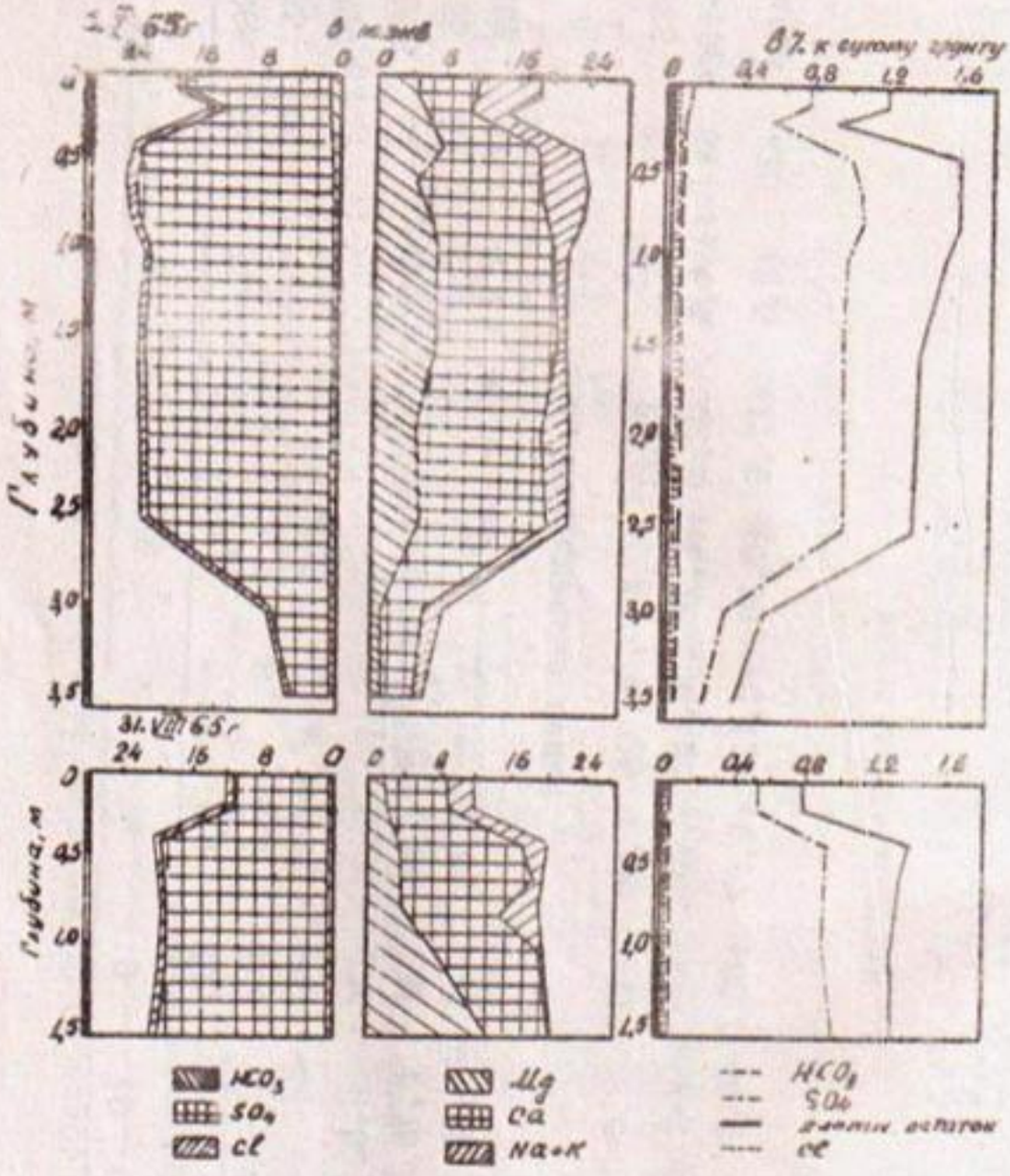


Рис.3. График распределения легкорастворимых солей в почво-грунте на Шурузякском опытном участке вертикального дренажа в совхозе "Социализм" (точка № 16).

Из табл. 3 видно, что на орошаемых землях (точка 18) в пахотном слое почвы содержание легкорастворимых солей весной колебалось в пределах 24-34 т/га по плотному остатку и уменьшилось в конце вегетационного периода на 2-8 т/га, или на 0,1-0,5% от веса воздушно-сухой почвы, а по хлор-иону соответственно на 0,3-0,5 т/га, что составляет 0,01% от исходного содержания (весенний отбор). В метровом слое почвы изменение солевых запасов осеннего отбора по сравнению с весенним составляет I3-39 т/га по плотному остатку и I,6-3,0 т/га по хлору.

Динамические точки 6, 8, 9 характеризуют новоосвоенные земли (поливная карта 60-60а), занятые хлопчатником с 1964 г.

Исходные запасы солей (осенний срок бурения 1963 г.) в пахотном горизонте (0,20 см) почвы составляли в среднем 82 т/га по плотному остатку и 10,4 т/га по хлору. В метровом слое почвы исходное засоление равнялось 375 т/га по плотному остатку, а по хлору 47,7 т/га.

Весной 1964 г. произведена промывка нормой 10400 $м^3$/га. В пахотном горизонте почвы (0-20 см) весной этого года запасы водорастворимых солей в среднем составляли 53 т/га по плотному остатку, т.е. на 29 т/га меньше засоления до промывки, по хлору соответственно 3,9 т/га или на 6,5 т/га меньше исходного.

Осенью 1965 г. после вегетационных поливов (оросительная норма 5783 $м^3$/га) солевые запасы в пахотном слое по сравнению с весной того же года изменились на 7 т/га, т.е. солевой режим почвы складывался по типу рассоления.

В метровом слое почвы солевые запасы по плотному остатку от весны к осени уменьшаются в среднем на 27 т/га, по хлору на 15 . SO_4'' водорастворимого гипса увеличивается соответственно на 9 т/га. Возрастание SO_4'' осенью по сравнению с весенним сроком бурения связано с выпадением сульфатов в осадок и образованием гипса.

Таким образом, на новоосвоенных сильнозасоленных солончаковых землях при промывном режиме орошения (норма

10400 м^3/га) и надлежащей агротехнике на фоне вертикального дренажа происходит дальнейшее опреснение почвогрунтов.

Для характеристики солевого режима неорошаемых земель опытного участка приводятся данные почвенно-солевой съемки динамической точки 14 (табл. 3). Отсюда видно, что солевой режим почво-грунтов складывается здесь по типу засоления, так как в 20-сантиметровом слое почвы солевые запасы от весны к осени увеличены на 21 т/га по плотному остатку, хлор-иона прибавилось на 3,5 т/га, сульфатов - на 11,6 т/га.

В метровом слое почвы общих запасов солей стало больше на 80 т/га, хлор-иона на 4,6 и сульфатов - на 44,2.

Увеличение солевых запасов в верхней толще почво-грунтов залежных земель связано с отсутствием орошения, высоким испарением, вызывающим подтяжку солевых растворов снизу.

Для характеристики солевого режима орошаемых земель, расположенных вне контура действия вертикального дренажа, приводятся данные точки № 28 (табл. 3, рис. 4).

Здесь прогрессирует засоление: в слое 0-20 см осенью запасы солей по плотному остатку увеличились на 6 т/га по сравнению с весенним отбором ; количество ионов хлора не изменилось, а SO_4'' водорастворимого гипса прибавилось на 8 т/га. В метровом слое почвы плотный остаток увеличился на 28 т/га, ионы хлора на 0,5, SO_4'' на 16 т/га.

В табл. 4 приводятся данные весенней и осенней солевой съемки, полученные на динамических площадках № I и II, заложенных в контуре влияния скважин № 4 и 5.

Общие запасы легкорастворимых солей в почвенном слое (0-20 см) по осеннему сроку бурения изменилось на 9-11 т/га (на 0,3-0,4% меньше, чем в весенний отбор образцов почвы); количество ионов хлора снизилось на 0,6-1,5 т/га, или на 0,01%; SO_4'' водорастворимого гипса - на 5 т/га или на 0,3-0,4%.

В метровом слое разница сумы солей по плотному остатку составляет 6-19 т/га, ионов хлора - соответственно 2,0-3,5 т/га. Скважина № 4, находящаяся в 100 м от площадки № II, бы

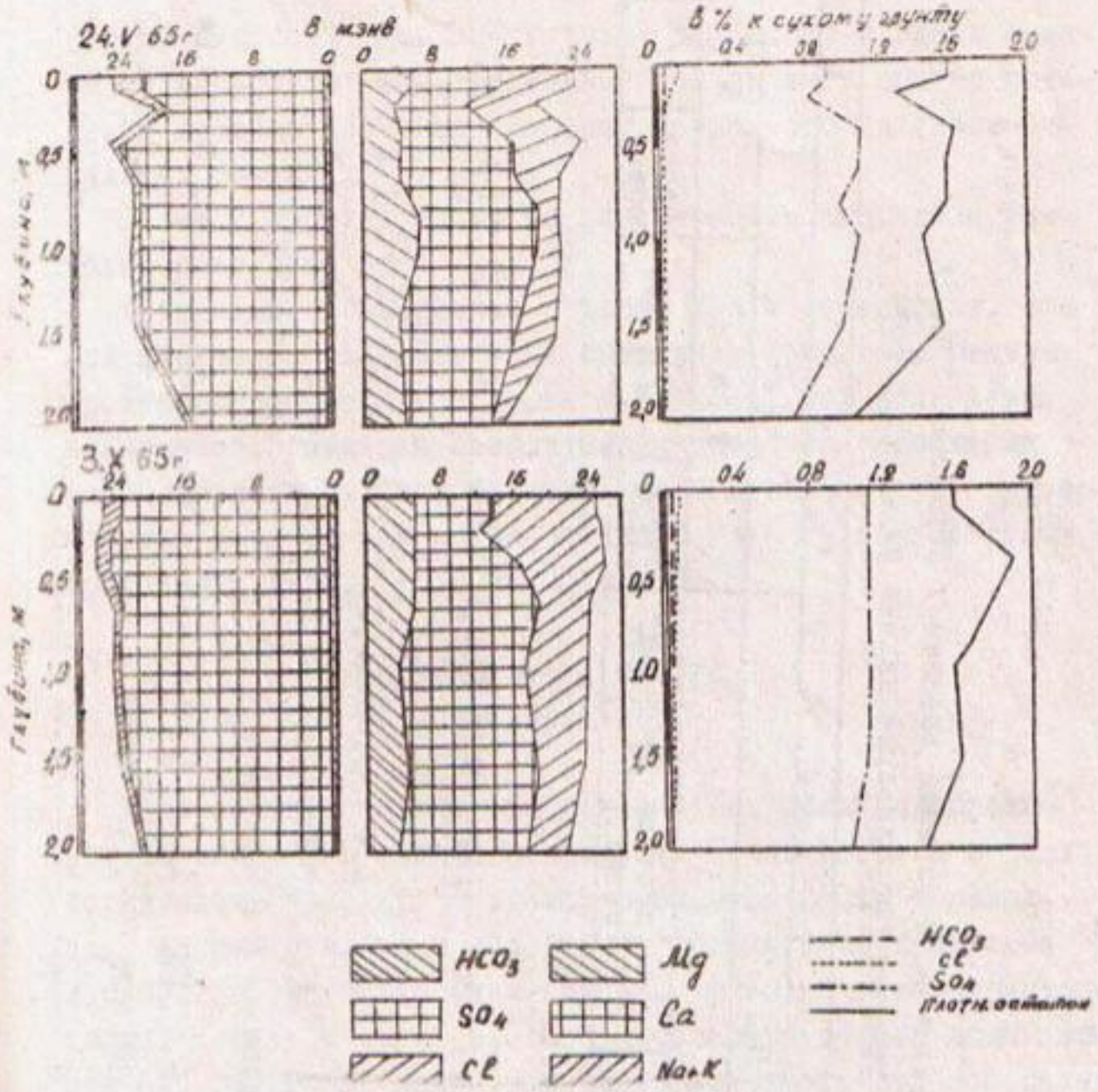


Рис.4. График распределения легкорастворимых солей в почвогрунте на Шурузякском опытном участке вертикального дренажа в совхозе "Социализм" (точка № 28).

Таблица 4

Динамика солевого режима зоны аэрации орошаемых сероземно-луговых солончаковых почв участка (осредненные данные из 4 отработок)

Характеристика полей	Дата взятия пробы	Слое, м											
		0-0,2						0-1,0					
		т/га			%			т/га			%		
		плотн. остат.	Cl'	SO_4''	плотн. остат.	Cl'	SO_4''	плотн. остат.	Cl'	SO_4''	плотн. остат.	Cl'	SO_4''
		Площадка № I											
Хлопковое поле второго года освоения	I3/У-1965	53	2,5	35	1,8	0,04	1,1	229	6,5	153	1,6	0,03	1,05
Засоленное пятно, контур 60-60а	I5/IX-65	42	1,0	30	1,4	0,03	1,0	210	3,0	140	1,4	0,02	1,0
Разница		-11	-1,5	-5	-0,4	-0,01	-0,1	-19	-3,5	-13	-0,2	-0,01	-0,05
		Площадка № 2											
Хлопковое поле, контур № 2	I2/У-65	51	I,6	33	I,7	0,04	I,I	216	5,3	125	I,5	0,04	I,I
Засоленное пятно	I9/УШ-65	42	I,0	28	I,4	0,03	0,9	210	3,3	135	I,2	0,02	0,9
Разница		-9	-0,6	-5	-0,3	-0,01	-0,2	-6,0	-2,0	+10	-0,3	-0,02	-0,2

пущена в работу лишь 31 августа 1965 г. Но и здесь отмечался нисходящий фильтрационный ток за счет общего понижения пьезометрического напора, созданного влиянием остальных скважин.

Солевой профиль почвы по динамическим площадкам приводится на рис. 5.

Материалы, приведенные в табл. 3 и 4 показывают, что при нормальной эксплуатации скважин и промывном режиме орошения (оросительная норма 6-8 тыс.м^3/га) появляется возможность создания необратимого процесса рассоления почво-грунтов на фоне вертикального дренажа, что подтверждается материалами водно-солевого баланса зоны аэрации орошаемого поля.

Водно-солевой баланс зоны аэрации

Зона аэрации отличается большой пестротой и подвижностью водного и солевого профиля. Солевой режим в этих горизонтах, находясь в прямой зависимости от поливов, атмосферных осадков и испарения, чрезвычайно динамичен и складывается иначе, чем солевой режим почвенно-грунтовой толщи. Наряду с изучением водно-солевого режима зоны аэрации (до грунтовых вод) мы исследовали водно-солевой баланс всего почвенно-грунтового профиля покровных суглинков средней мощностью 20-22 м.

Вертикальный дренаж создает лишь благоприятный фон для образования нисходящих, опресняющих токов под влиянием промывок и орошения. Однако освоение земель опытного участка ведется крайне медленно и не на должном агротехническом уровне. В связи с этим отмечается большая пестрота солевого запаса.

Ввиду разнообразия солевых запасов рассматриваемого почвенного профиля, при оценке динамики влаги и миграции солей зоны аэрации, наблюдаемый участок нами разделен на орошаемый и неорошаемый.

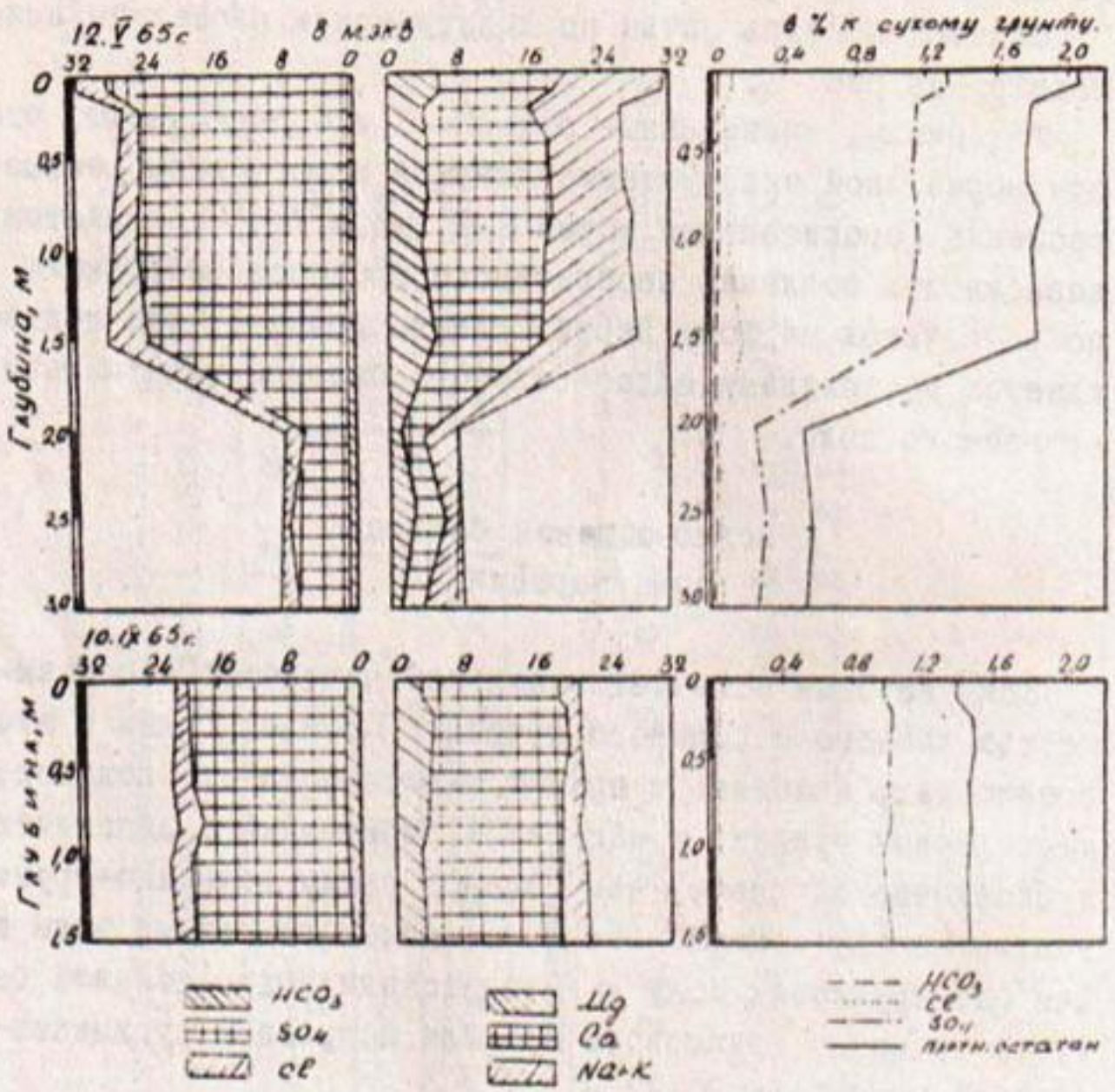


Рис.5. График распределения легкорастворимых солей в почво-грунте на Шурузякском опытном участке вертикального дренажа в совхозе "Социализм" (точка № I), динамическая площадка № I.

Динамика запасов влаги зоны аэрации орошаемого поля и ее водный баланс определены по следующей формуле:

$$\Delta W_n = P + N - E \pm K ; \qquad (I)$$

где:

ΔW_n - изменение запасов влаги в зоне аэрации,

P - количество воды, поданное на орошаемое поле,

N - атмосферные осадки,

E - суммарное испарение и транспирация,

$\pm K$ - приток воды в зону аэрации снизу под влиянием как гидростатики, так и капиллярных сил или стекание вниз воды, превышающей предельно полевую влагоемкость грунтов.

Зная величины элементов водного баланса и изменения запасов влаги в зоне аэрации, в динамических точках, согласно принятой расчетной формуле (I), мы определяли стекание воды вниз, т.е. "рассолящий расход" или приток воды в зону аэрации снизу.

Из анализа водного баланса зоны аэрации в период с октября 1964 г. по октябрь 1965 г. (табл. 5) видно, что за сезон преобладает "рассолящий расход" из зоны аэрации вниз. Приток воды в зону аэрации снизу из грунтовых вод наблюдался в марте и апреле 1965 г., когда суммарное испарение преобладало над подачей воды на поля и атмосферными осадками. Даже в этих условиях за сезон величина "рассолящего расхода" из зоны аэрации составляла около 6 тыс.м^3.

Водный и солевой балансы неразрывно связаны между собой. В основном солевой баланс выводится из водного.

Изменения запасов солей в зоне аэрации орошаемого поля в условиях аллювиального бассейна при гидроморфном профиле почво-грунтов определены соотношением между величиной суммарного испарения и суммарной водоподачей.

В общем виде можно представить три случая солевого баланса зоны аэрации для конкретного почвенно-грунтового профиля:

Таблица 5

Водно-солевой баланс зоны аэрации орошаемого поля Шурузякского опытно-производственного участка

Год	Месяц	Приток							Рассоляющий или засоляющий расход			Изменение запасов солей зоны аэрации, т/га
		с поверхностной водой			с подачей подземных вод на поле			Итого солей, т/га	воды, м³/га	минерализация, г/л	соли, т/га	
		воды, м³/га	минерализация, г/л	соли, т/га	воды м³/га	минерализация, г/л	соли, т/га					
1964	X	870	1,01	0,88	290	1,66	0,48	1,36	-600	10	-6,0	-4,64
	XI	525	1,0	0,52	190	1,71	0,33	0,85	-305	10	-3,05	-2,2
	XII	500	1,1	0,55	-	-	-	0,55	-230	10	-2,3	-1,75
1965	I	230	1,1	0,25	-	-	-	0,25	-430	10	-4,3	-4,05
	II	190	1,1	0,21	-	-	-	0,21	-325	10	-3,25	-3,04
	III	-	-	-	-	-	-	-	+330	5,0	+1,65	+1,65
	IУ	350	1,1	0,38	-	-	-	0,38	+270	5,0	+1,35	+1,73
	У	1525	1,05	1,6	-	-	-	1,6	-375	10	-3,75	-2,15
	УI	1960	1,12	2,18	420	2,03	0,85	3,03	-1070	10	-10,7	-7.67
	УII	1595	1,1	2,2	660	1,83	1,21	3,41	-1155	10	-11,55	-8,14
	УIII	1820	1,08	1,96	640	1,95	1,25	3,21	-1160	10	-11,6	-8,39
	IX	1315	1,1	1,45	520	1,96	1,03	2,48	-935	10	-9,35	-6,87
За сезон.		11270		12,18	2720		5,15	17,33	5985		-62,85	-45,52

1. Если $K = 0$, то $E = N + P$; при этом солевые запасы оны аэрации увеличиваются только на коли ество солей, пос-упающих от оросительных вод и атмосферных осадк в (которые акже могут нести в себе соли), если будет прене регать роцессами диффузии.

2. Если $K > 0$, то $E > N + P$, т.е. испарение и транс-ирация с грунтовых вод гоевышают поверхностный приток. В том случае солевые запасы оны аэрации увеличатся не только количество солей, поступающих с оросительными водами, но за счет испарившихся грунтовых вод.

3. Если $K < 0$, то $E < N + P$, т.е. приток ороси-ельных и атмосферных вод превышает суммарное испарение. При ом возникает промывной режим орошения, зона аэрации рассо-ется. Однако последнее наблюдается только после того, как ссоляющий расход Q будет

$$Q \cdot C_q > (N \cdot C_N + P \cdot C_P) \qquad (2)$$

есь:

Q - рассоляющий расход $(Q = P + N - E - K)$;

C_q - минерализация воды, прошедшей вниз через зону аэрации,

C_N - минерализация атмосферных осадков

C_P - минерализация оросительных вод.

Если $Q \cdot C_q = (N \cdot C_N + P \cdot C_P)$

солевой баланс стабилен.

Изменение запасов солей зоны аэрации изучено следующим зом. Минерализация поданных на поля вод определ на пери-ческим отбором проб воды из оросительной сети и из сква-. Согласно послойному определению минерализации промыв-вод в малых динамических точках принятыми нами минерали-ия воды, прошедшей вниз через зону аэрации, равна 10 г/л. ерализация грунтовых вод поступающих снизу под влиянием иллярных сил, по многолетним данным в среднем принята /л.

На основании данных водного баланса и гидрохимических анализов проб воды, мы рассчитали водно-солевой баланс зоны аэрации орошаемого поля средней мощности 2,0 м. Согласно расчету, изменение запасов солей зоны аэрации отрицательно и составляет 45,5 т/га за сезон (табл. 5).

Для проверки результатов расчета водно-солевого баланса использованы данные малых динамических точек, где периодически, послойно изучается динамика солевого режима зоны аэрации до грунтовых вод.

По данным анализа динамики солей на малых точках видно, что на орошаемых землях благодаря рассоляющему режиму орошения осенью 1965 г. по сравнению с осенью 1964 г. запасы солей в 2-метровом слое снизились на 55,2 т/га (табл. 5). В период наблюдений, на переложных участках содержание солей в 2-метровом слое не изменилось. Даже немного увеличилось.

Расчет солевых запасов по слоям почво-грунтов дал несколько иное их распределение по сезонам года (табл.6).

Из табл. 6 видно, что миграции солей по профилю по сезонам года колеблются, т.е. наблюдается реставрация и засоление наблюдаемого горизонта. Весной 1965 г. по сравнению с осенью 1964 г. ясно выражено накопление солей во всех горизонтах. Это объясняется тем, что в этот период подача воды на поля резко уменьшилась, кроме того, в январе и феврале 1965 г. по техническим причинам система скважин не работала, и наблюдалось восходящее поступление воды из нижнего горизонта.

Осенью 1965 г. за счет выноса солей оросительными водами и применения комплекса агротехнических мероприятий повсеместно солевые запасы уменьшились. За период наблюдений из почво-грунтов зоны аэрации, при промывном режиме орошения, вынос солей в 2-метровом слое составляет 55,2 т/га и мало отличается от расчетов водно-солевого баланса (45,5 т/га).

В межполивной период в верхнем метровом слое почвы наблюдалось некоторое увеличение засоления перед поливом и

Таблица 6

Динамика легкорастворимых солей (т/га, по плотному остатку) в зоне аэрации

Период отбора пробы	В слое, м							
	0 - 0,2		0 - 1,0		0 - 2,0		0 - 2,0	
	S	ΔS	S	ΔS	S	ΔS	S	ΔS
Осень 1964 г.	40,6	-	212,3	-	165,1	-	377,4	-
Весна 1965 г.	41,6	+1,0	228,8	+16,5	183,7	+18,6	412,5	+35,1
Осень 1965 г.	36,4	-5,2	203,2	-25,6	119,0	-64,7	322,2	-90,3
Изменение запасов солей с осени 1964 по осень 1965 г.	-4,2		-9,1		-46,1		-55,2	

уменьшение его после каждого полива. Особенно резко растет содержание хлора с прекращением поливов и междурядных обработок.

Увеличение засоления почвы перед поливом связано подтяжкой солевых растворов при испарении и транспирации растениями минерализованных грунтовых вод. Уровень грунтовых вод после каждого полива хлопчатника поднимается на 0,7-1,1 м и засоляет верхние слои почвенного профиля. Поэтому урожайность хлопчатника на участке низкая (табл. 7).

Таблица 7

Посевные площади и урожайность хлопчатника на контрольном опытном участке за 1963-1965 гг.

Номер поливной карты	Площадь, га	Год освоения	Урожайность хлопчатника, ц/га по годам		
			1963	1964	1965
2	17,8	1957	17,0	24,3	22,0
60-60а	17,45	1964	-		3,0
55а	14,20	1962	7,0	18,5	19,7
56	14,98	1962	7,0	18,5	20,5
57	8,0	1962	7,0	6,7	10,0
3	10,5	1957	-	25,0	32,0

Данные табл. 7 показывают, что урожайность хлопчатника на новоосвоенных землях увеличилась с момента их освоения более чем на 2,5 раза (поливные карты 55а, 56), а на поливных участках 57, 60-60а - лишь на 3-4 ц/га.

Средняя урожайность хлопчатника, полученная на контрольном участке в 1965 г. на 4,4 ц превышает среднюю урожайность отделений № 3 и 7.

Выводы

1. Изучение характера засоления на орошаемых землях зоны аэрации показывает, что в зоне влияния вертикального дренажа при нормальных условиях эксплуатации и промывном режиме

орошения нормой 6-7 тыс.м^3/га солевой режим почвы формируется по типу рассоления, а вне контура действия скважин солевой режим почвы складывается по типу прогрессирующего засоления.

2. В межполивной период наблюдается накопление солей в верхнем слое почвы благодаря подтоку засоленных грунтовых вод.

3. Урожайность хлопчатника остается пока низкой, поэтому требуется проведение комплекса мероприятий по коренному рассолению засоленных земель (особенно уделить внимание промывным поливам грузными нормами (2,0-2,5 тыс.м^3/га) и режиму орошения сельхозкультур).

4. Несмотря на некоторое улучшение работы скважин вертикального дренажа, на участке уровень эксплуатации пока низок.

Литература

I. Ковда В.А. Происхождение и режим засоленных земель. т.I и II, М.-Л., АН СССР, I946-I947.
2. Панков М.А. Процессы засоления и рассоления почв в Голодной степи. Ташкент, I962.
3. Решеткина Н.М. Гидрогеологические основы вертикального дренажа. Изд.АН УзССР, Ташкент, I960.
4. Роде А.А. Методы изучения водного режима почв. Изд. АН СССР, I960.
5. Принципы проектирования и расчет вертикального дренажа орошаемых земель, САНИИРИ, Ташкент, 1965.

Г.В. ЕРЕМЕНКО, А. УСМАНОВ

ВЛИЯНИЕ ВЕГЕТАЦИОННЫХ ПОЛИВОВ И ПРОМЫВОК НА СОЛЕВОЙ РЕЖИМ ПОЧВ В УСЛОВИЯХ КЫЗЫЛТЕПИНСКОГО МАССИВА ЦЕНТРАЛЬНОЙ ФЕРГАНЫ

Каждое поливное хозяйство, использующее засоленные земли, вынуждено планомерно проводить систему специальных мероприятий, воздействующих на солевой режим почв, ослабляющих сезонное и общее соленакопление в почво-грунтах. Концентрация почвенного раствора в период вегетации сельскохозяйственных культур снижается повышенными поливными нормами; сезонное и общее соленакопление, как правило, ликвидируется грузными промывками.

На различных регионах, в зависимости от состава и гидрогеологических условий, степени и качества засоления, с целью не допустить сезонное накопление соли и ликвидировать статические запасы ее, требуются определенные поливные и промывные нормы оросительной воды. Для выявления величины этих норм для условий Кызылтепинского массива Центральной Ферганы на опытном участке закрытого горизонтального дренажа в колхозе "Большевик" нами проведена серия полевых опытов, где влияние действие различных поливных норм проверяли и одновременно уточняли размеры водопотребления хлопкового поля и изучали элементы техники бороздкового полива.

Опыты проводились на новоосвоенных среднезасоленных суглинистых почвах, различных по механическому составу. Тип засоления почво-грунтов и грунтовых вод сульфатный. Специфическая особенность исследуемых почв: в них на глубинах 0,7-1,2 м залегают сильно гипсированные прослои, обладающие пониженной водопроницаемостью. Эти прослои почво-грунтов значительно замедляют процесс опреснения почв, снижают эффективность поливов и промывок. Минерализация грунтовых вод 3-5 г/л, глубина залегания в период вегетации - 1,2-1,8 м.

На укрупненной поливной карте площадью 11,6 га был выбран опытный участок шириной 50 и длиной 600 м. Борозды участка в начале, конце и через каждые 50 м были оснащены водосливами, по которым круглосуточно замерялись поливные нормы воды. Опытный участок был разделен на 18 равных делянок, на каждой из них по закрепленным на поле точкам до и после полива (на 3-й, 5-й день) и перед промывкой проводились солевые съемки (табл. 1).

На остальной части укрупненной карты было организовано 20 замкнутых делянок от 100 до 600 м^2, на каждой из которых с различной повторностью также исследовали действие поливов на солевой режим почв и грунтовых вод.

Поливы проводились как по бороздам, так и затоплением. Агротехника хлопчатника на всей опытной укрупненной карте была одинаковой. Результаты этих опытов приведены в табл.2.

На делянках, где первый полив был проведен затоплением, далее применялась промывка. После того, как очередная порция поданной на делянку воды просачивалась в грунт (как правило на 2-3-й день) делали солевую съемку и затем делянку заливали снова. Солевая съемка на каждой делянке проводилась по 5 точкам, расположенным конвертом. Из каждой скважины с солевой съемкой отбирались и пробы грунтовой воды. Осредненные величины изменения минерализации грунтовой воды в процессе промывок даны в табл. 3.

На двух делянках были установлены пьезометры с фильтрами длиной по 10 см на глубине 2,7-10 м. Из пьезометров до и после очередного залива делянки отбирались пробы для определения изменения минерализации подземных вод. Результаты этих работ сведены в табл. 4.

Анализируя данные приведенных таблиц, можно сделать следующие выводы:

а) поливные нормы до 1000 м^3/га незначительно уменьшают величину общих запасов солей в метровом слое почвы, но снижают концентрацию растворов, чем существенно улучшают условия вегетации хлопчатника ;

Таблица I

Динамика запасов солей в метровом слое почво-грунтов в вегетационный период 1965 г. (по 18 точкам, среднее)

Показатель	Перед 1-м поливом	После I-го полива	Перед 2-м поливом	После 2-го полива	Перед 3-м поливом	После 3-го полива	Перед промывкой
Начало полива		3/УП		1/УШ		5/IX	-
Норма полива, $м^3$/га		2080		1610		2030	
Дата солевой съемки	22/VI	10/УП	30/УП	8/УШ	2/IX	13/IX	14/XП
По плотному остатку: т/га	261	247,4	262,7	217,8	258	237,1	237,2
% от веса почвы	2,01	1,9	2,02	1,67	1,98	1,82	1,82
По иону хлора: т/га	1,77	1,43	1,39	1,32	1,42	1,17	1,53
% от веса почвы	0,0136	0,011	0,0107	0,0101	0,0109	0,009	0,0118
Минерализация грунтовых вод, г/л	6,5	6,7	6,6	7,2	6,6	6,4	6,4

Таблица 2

Изменения запасов солей в метровой толще почво-грунтов под влиянием различных поливных норм

Норма полива, $м^3/га$	Изменения в запасах солей, т/га / % от веса почвы			Минерализация грунтовых вод, г/л		Число опытных делянок	Способ полива
	до полива	после полива	через 30 дней после полива	до полива	после полива		
916	274 / 2,11	268 / 2,06	277,8 / 2,14	6,2	6,1	8	По бороздам
950	287 / 2,2	280 / 2,15	-	7,68	7,7	I	Затоплением
1350	252 / 1,8	240 / 1,71	-	4,87	7,45	I	Затоплением
1420	252 / 1,94	236,5 / 1,82	256,5 / 1,98	5,6	5,9	7	По бороздам
2000	226,5 / 1,62	210 / 1,5	-	6,38	6,78	I	Затоплением
2530	278 / 2,12	233 / 1,79	251 / 1,93	6,8	8,3	7	По бороздам

Таблица 3

Изменение минерализации грунтовых вод на опытных делянках в процессе промывок

Показатель	Минерализация до полива	После полива						
		1-го	2-го	3-го	4-го	5-го	6-го	7-го
				Делянка 1				
Норма полива, м³/га		950	2120	2000	2000	2000	2000	8884
Промывная норма в нарастающем итоге, м³/га		950	3070	5070	7070	9070	11070	19954
Минерализация грунтовых вод, г/л	7,68	7,7	9,58	9,84	10,2	8,03	7,34	7,45
				Делянка 2				
Норма полива, м³/га		1350	1830	1810	2176	3182	4706	5066
Промывная норма в нарастающем итоге, м³/га		1350	3180	5010	7086	10268	14976	20042
Минерализация грунтовых вод, г/л	4,87	7,45	8,77	8,27	7,0	7,17	6,62	5,21

Таблица 4

Динамика минерализации подземных вод

Показатель		Минерализация до полива	После полива							
			1-го	2-го	3-го	4-го	5-го	6-го	7-го	8-го	9-го
			Делянка I								
Норма полива, м³/га			950	2120	2000	2000	2000	2000	3928	4956	3356
Промывная норма в нарастающем итоге, м³/га			950	3070	5070	7070	9070	11070	14998	19954	23310
Минерализация подземных вод (г/л) на глубине, м :	2,7	4,04	4,88	4,11	3,8	3,85	3,44	3,68	4,09	4,66	4,7
	4,7	5,17	5,61	5,34	5,52	5,15	4,83	4,98	4,84	4,82	4,8
	10,0	4,79	4,91	4,79	4,21	4,02	3,9	4,27	3,63	4,28	4,3
			Делянка 2								
Норма полива, м³/га			1350	1830	1830	2076	3182	4708	5066	-	-
Промывная норма в нарастающем итоге, м³/га			1350	3180	5010	7086	10268	14976	20042	-	-
Минерализация подземных вод (г/л)на глубинах, м:	3,0	3,49	4,93	4,91	4,92	4,8	4,95	5,8	5,04	-	-
	6,2	3,85	4,18	4,24	4,83	6,09	4,97	5,33	5,95	-	-
	9,6	-	5,12	5,06	4,26	5,8	4,84	5,08	5,55	-	-

б) вегетационные поливы нормами 1350-1400 м^3/га не только снижают концентрацию почвенного раствора, но и частично вытесняют соли из метрового слоя в нижние горизонты. Однако высокая температура и интенсивное испарение быстро восстанавливают восходящие токи по капиллярам , и вымытые соли в межполивные периоды вновь поднимаются в верхние горизонты почвы. Изучение промывного действия вегетационных поливов хлопчатника по бороздам и затоплением отдельных делянок показали, что при поливных нормах до 1,6 тыс. м^3/га на фоне нормально действующего дренажа происходит лишь временное, незначительное вытеснение солей вниз, полностью восстанавливающееся в межполивной период за 26-30 дней ;

в) поливные нормы около 1,6-2,0 тыс.м^3/га и выше в условиях обеспечения дренажом способны в период поливов вытеснять из метрового слоя почво-грунтов такое количество солей, которое не успевает полностью восстановиться в межполивной период. Однако ведение сельскохозяйственного производства в таких условиях очень напряжено, и основная роль в деле коренного рассоления почво-грунтов ко времени посева сельскохозяйственных культур должна принадлежать промывным поливам в невегетационный период;

г) в рассматриваемых условиях засоление метрового слоя почво-грунтов (по плотному остатку до 2%; по иону хлора 0,01%) не лимитирует развитие хлопчатника и при хорошей агротехнике с повышенными нормами полива не снижает его урожайности (табл. 5). Трудности возникают в начале вегетации. После посева необходимы выборочные, вызывные поливы, а в засушливые годы, когда весной не выпадает достаточного количества осадков, такие поливы - обязательное агротехническое мероприятие для всей площади, имеющей указанное засоление. Норма полива через борозду 1100-1300 м^3/га с оптимальными величинами головного расхода 0,45-0,5 л/сек, длине борозд 250-300 м при уклонах поля 0,0025-0,0085.

д) Грунтовые воды от поливов и промывок опресняются очен

Таблица 5

Засоление метрового слоя почво-грунтов опытных делянок
и урожайность хлопчетника на них

Показатель	Номера опытных делянок									
	I	2	3	4	5	6	7	8	9	I0
Плотный остаток	2,19	2,07	2,01	1,99	1,87	1,81	1,79	1,78	I,77	I,77
Х л о р	0,017	0,0II6	0,015	0,017	0,011	0,0126	0,0083	0,0I	0,0108	0,0I
Урожайность, ц/га	30,4	27,8	24,3	23	29,1	3I	4I,I	52,I	24,6	80,I

Показатель	Номера опытных делянок							
	II	I2	I3	I4	I5	I6	I7	I8
Плотный остаток	1,75	I,74	I,74	1,72	I,57	I,64	I,63	I,57
Х л о р	0,0096	0,0095	0,0I05	0,0I02	0,0092	0,0086	0,007	0,0065
Урожайность, ц/га	27,2	28,3	34,5	29,2	34,7	36,9	27,5	30,8

медленно, образование "пресной подушки" в наших опытах не наблюдалось. Наоборот, в первый период промывки минерализация их значительно увеличивается и только после нормы 7,0 тыс.м^3/га начинает снижаться и почти достигает своей прежней величины. Увеличение минерализации верхних горизонтов грунтовых вод объясняется тем, что в зоне аэрации почв имелись значительные количества солей, которые при поливах растворялись и вытеснялись в нижние горизонты. Промывные нормы до 20 тыс.м^3/га не оказали существенного влияния на минерализацию грунтовых вод. По-видимому, коренного опреснения их (до 2-3 г/л) можно добиться только в период длительного использования для сельского хозяйства уже промытых земель ;

е) минерализация подземных вод на глубине 2,7-10 м во время промывок изменяется незначительно. Причем, она может и уменьшаться, и увеличиваться. Определенной закономерности в этих колебаниях не наблюдается. В наших опытах минерализация подземных вод от промывок нормой до 28 тыс.м^3/га не изменилась.

ж) Процесс выноса солей из почвы очень замедленный. Даже легкорастворимый и подвижный хлор удалось вытеснить из метрового слоя средней по механическому составу почвы до хозяйственно приемлемой величины (осталось менее 0,01%) только нормой 7,09 тыс.м^3/га.

На почвах тяжелого и легкого механического состава такого же эффекта удалось достичь промывными нормами соответственно 19,95 и 5,25 тыс.м^3/га. Плотный остаток и ионы серной кислоты, в зависимости от строения почв, грунтов и применяемых норм промывок, уменьшаются от 10 до 35% (табл.

При рассмотрении состава солей и выщелачиваемости отдельных элементов можно заключить, что солонцеватости после промывок опасаться не следует. В основном выщелачивается хлор и связанный с ним натрий. Уменьшения кальция отмечалось, количество магния после промывок снизилось 50, а ионов серной кислоты - до 21% от исходной величины (табл. 7).

Таблица 6

Динамика вымыва плотного остатка и анионов Cl' и SO_4'' из метрового слоя почвы

Почва	Норма промывки, $м^3$/га	Содержание солей, % от веса почвы						Вымыв солей, % от исходного содержания		
		До промывки			После промывки					
		плотный остаток	Cl'	SO_4''	плотный остаток	Cl'	SO_4''	плотный остаток	Cl'	SO_4''
I	2	3	4	5	6	7	8	9	10	II
Тяжелые суглинки с гипсированными прослоями	3070	2,0	0,034	1,28	1,83	0,024	1,15	8,5	29,5	10,1
	9070	2,0	0,034	1,28	1,72	0,025	1,15	14,0	26,5	10,1
	14998	2,0	0,034	1,28	1,67	0,019	1,08	16,5	44,2	15,6
	19950	2,0	0,034	1,28	1,3	0,007	0,85	35,0	68,5	33,6
	23300	2,0	0,034	1,28	1,28	0,006	0,84	36,0	68,8	34,4
	3130	1,86	0,029	1,19	1,69	0,019	1,07	9,1	34,5	10,1
	7075	1,86	0,029	1,19	1,58	0,017	1,05	15,0	41,5	11,7
	11630	1,86	0,029	1,19	1,48	0,012	0,97	20,4	58,6	18,5
	16460	1,86	0,029	1,19	1,32	0,006	0,86	29,0	79,4	27,7
	20660	1,86	0,029	1,19	1,31	0,005	0,84	29,6	82,7	29,4
	950	2,0	0,034	1,28	1,96	0,033	1,28	2,0	2,9	-
	1150	1,86	0,029	1,19	1,79	0,026	1,16	3,7	10,3	2,5
	19950	1,805	0,024	1,34	1,6	0,013	0,058	11,3	45,8	21,1

продолж. табл. 6

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Средние суглинки с гипсированными прослоями	3180	1,8	0,025	1,17	1,64	0,0158	1,045	8,9	36,8	10,7
	7050	1,8	0,025	1,17	1,52	0,0092	1,01	15,5	63,2	13,7
	10270	1,8	0,025	1,17	1,35	0,0054	0,903	25,0	78,5	22,6
	14970	1,8	0,025	1,17	1,42	0,0055	0,92	21,1	78,3	21,4
	20040	1,8	0,025	1,17	1,4	0,0047	0,88	22,2	81,3	24,8
	2000	1,62	0,011	1,085	1,5	0,0094	1,022	7,4	14,5	5,8
	4090	1,62	0,011	1,085	1,49	0,0088	0,98	8,0	20,0	9,7
	6090	1,62	0,011	1,085	1,46	0,0087	0,987	9,9	20,9	13,6
	8230	1,62	0,011	1,085	1,39	0,0062	0,935	14,2	43,6	13,8
	15780	1,62	0,011	1,085	1,41	0,0047	0,968	13,0	57,2	10,9
	20900	1,62	0,011	1,085	1,37	0,0049	0,958	15,4	55,5	11,7
	24270	1,62	0,011	1,085	1,35	0,0045	0,906	16,7	59,1	16,5
	10270	1,615	0,0117	1,026	1,45	0,0059	1,022	10,2	54,7	3,9
Легкие суглинки, супеси	2300	1,59	0,012	0,943	1,5	0,0098	0,912	5,6	18,3	3,4
	5490	1,59	0,012	0,943	1,50	0,0082	0,928	5,6	31,7	1,6
	9900	1,59	0,012	0,943	1,49	0,0063	0,892	6,3	47,5	5,4
	15000	1,59	0,012	0,943	1,5	0,0066	0,877	5,6	45,0	7,0

оконч. табл. 6

I	2	3	4	5	6	7	8	9	I0	II
	5250	2,03	0,03	I,37	I,56	0,0099	I,07	23,I	67,0	2I,9
	I0I40	2,03	0,03	I,37	I,55	0,0088	I,09	23,6	70,8	20,4
	I4970	2,03	0,03	I,37	I,42	0,0042	I,02	30,I	86,0	25,5
	5490	I,58	0,0I69	I,II8	I,342	0,0I2	0,966	I5,I	29,0	I3,6

Таблица 7

Выщелачивание отдельных элементов из метрового слоя почвы

Элементы водной вытяжки	Содержание, % от веса почвы					
	скважина I		скважина 2		скважина 3	
	до промывки	после промывки нормой I9,95 тыс.м³/га	до промывки	после промывки нормой I0,27 тыс.м³/га	до промывки	после промывки нормой 5,49 тыс.м³/га
Плотный остаток	I,805	I,600	I,6I5	I,45	I,58	I,342
	0,024	0,0I3	0,0II7	0,0053	0,0I69	0,0I2
	I,340	I,058	I,026	I,022	I,II8	0,966
	0,026	0,023	0,0236	0,0I2	0,022	0,020
	0,260	0,250	0,226	0,22I	0,20	0,I9
	0,092	0,060	0,082	0,0428	0,I0I	0,097
	0,I88	0,I24	0,I42	0,II6	0,I33	0,I0

Расположим соли, по предложению В.А.Ковда, по убывающей их степени вредности в ряд : $NaCl$, Na_2SO_4, $MgSO_4$, $Ca(HCO_3)_2$ и $CaSO_4$; содержание их до промывки в метровом слое почвы соответственно равно 3,8; 66,86; 49,1; 3,53 ; 106,33 т/га. После промывки нормой 19,95 тыс.м^3/га стало: 3,02; 50,0; 38,26; 4,37; 118,0 т/га. Это на почвах тяжелого механического состава. На легких почво-грунтах при промывке нормой 5,49 тыс.м^3/га содержание солей до промывки составляло 3,54, 51,0, 68,4, 4,14, 88,85; после промывки - 2,78, 39,5, 26,6, 3,76, 123,35 т/га соответственно. На долю безвредных солей [$CaSO_4$ и $Ca(HCO_3)_2$] приходится от 45 до 65% от общих их запасов. Этим и объясняется слабая токсичность засоленных почв рассматриваемого массива, несмотря на значительный плотный остаток (до 2,0% от веса почвы).

В.А.БАРОН, У.Б. КУЙБЫШЕВ,
З.П. ПУШКАРЕВА, Х. ЯКУБОВ

К ВОПРОСУ МЕЛИОРАЦИИ ЗЕМЕЛЬ СЕВЕРО-ЗАПАДНОЙ ЧАСТИ ГОЛОДНОЙ СТЕПИ НА ПРИМЕРЕ КИРОВСКОГО И ДЖЕТЫСАЙСКОГО РАЙОНОВ

Оптимальный объем и технику дренирования староорошаемых земель, подверженных засолению, необходимо выбирать на основании анализа гидрогеологических и почвенно-мелиоративных условий, а также существующего водно-солевого баланса территории.

Рассматриваемая территория включает Кировский и Джетысайский административные районы Сырдарьинской области с валовой площадью 96,5 тыс.га, расположена в северо-западной части Голодной степи, в пределах аллювиальной части р.Сырдарьи.

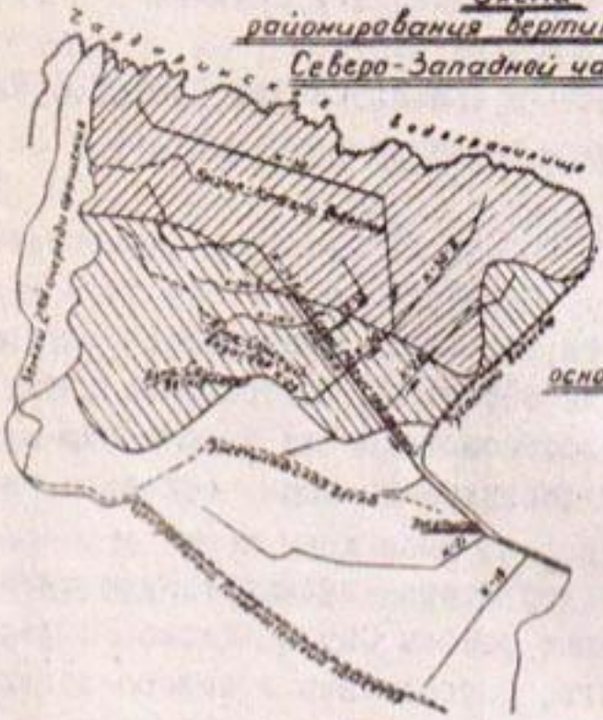
Литологическое строение района представлено четвертичными отложениями Сохского, Ташкентского, Голодностепского и Сырдарьинского комплекса. Мощность четвертичных отложений в северной части по данным Узбекского гидрогеологического треста и Промбурвода колеблется в пределах 140-145 м, в западной - 85-90 м.

Анализ материалов разведочного бурения скважин на воду дал возможность выделить на этой территории 3 гидрогеологических района, отличающихся друг от друга как по литологическому строению (мощность покровного мелкозема и хорошо проницаемых пласто., их коэффициент фильтрации, ожидаемые дебиты скважин), так и по степени засоления почво-грунтов, грунтовых и подземных вод.

Первый гидрогеологический район, расположенный в южной части, охватывает земли между магистральным каналом им.Кирова и центральным голодностепским коллектором площадью 41 тыс.га (рис. 1).

Литологическое строение района предствлено с поверхности

Схема
районирования вертикального дренажа
Северо-Западной части Голодной степи



Типовые разрезы и
основные параметры вертикало-
ного дренажа.

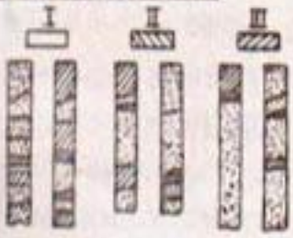


Рис. 1

№ дренажных участков	1	2		3		4		5
Гидрогеолого-литологические разрезы	I	I	II	II	III	II	III	III
Площадь валов „га"	3020	10600	10250	6930	6470	7930	4760	20140
Мощность покровных мелкоземов	15-30	15-30	25-35	25-35	15-30	25-35	15-30	15-30
Мощность верхнего водоносного пласта	10-20	10-20	25-40	25-40	40-50	25-40	40-50	40-50
Средневзвешенный коэф. фильтрации	15-20	15-20	20-25	20-25	25-30	20-25	25-30	25-30
Глубина колодцев	55-70	55-70	55-65	55-65	50-60	55-65	50-60	50-60
Удельный дебит	3.56-3.62	3.56-3.62	9.75-9.10	9.75-9.10	9.0-11.0	9.75-9.10	9.0-11.0	9.0-11.0
Рекомендуемое понижение	21-22	21-22	10-12	10-12	8-10	10-12	8-10	8-10
Ожидаемый дебит	35-80	35-80	50-100	50-100	70-110	50-100	70-110	70-110
Принятый дебит	55	55	70	70	75	70	75	75
Ожидаемое число колодцев	201-91	71-31	34-14	24-10	23-6	21-9	13-3	76-21
Принятое число колодцев	139	48	35	24	23	25	15	68

супесями, суглинками от легких до тяжелых разностей. Мощность покровного мелкозема изменяется в пределах I5-30 м. Средний коэффициент фильтрации на всю мощность этих отложений по аналогии с Сардобинским участком и по участку вертикального дренажа в совхозе № 20 равен 0,I м/сутки. К западу покровные отложения представлены более легкими грунтами - супесями, и поэтому для этой части участка коэффициент фильтрации увеличивается до 0,I8 м/сутки. Коэффициент фильтрации грунта верхнего горизонта, т.е. до уровня грунтовых вод, по данным Узбекского гидрогеологического треста, составляет 0,29-0,3 м/сутки.

Водоносный, хорошо проницаемый пласт представлен мелкозернистым и тонкозернистым песком в виде переслаивающегося пирога.

По данным скважин на воду глубиной I50-200 м в этом районе вскрыты четыре водоносных пласта, отделяющихся друг от друга прослойками суглинка и глин мощностью 5-I5 м (рис. I).

Мощность первого, хорошо проницаемого водоносного пласта изменяется в пределах I0-20 м, второго - I0-I5 м, а третьего и четвертого доходит до I5 м.

Средний диаметр частиц грунта хорошо проницаемого пласта d_{50} изменяется от 0,I5 до 0,I7 мм, а коэффициент фильтрации первого, хорошо проницаемого пласта (по данным УзГИИТИ) составляет I5-20 м/сутки. Мощность хорошо проницаемого пласта, размеры частиц, а также коэффициенты фильтрации увеличиваются с юга на север.

Второй район площадью около 24,I тыс.га, расположенный в центральной полосе рассматриваемой территории, отличается от первого более хорошими гидрогеологическими параметрами.

Почва здесь представлена легкими и средними супесями и суглинками мощностью 25-35 м. В толще мелкозема встречаются отдельные линзы супесей, глин и песков.

Средний коэффициент фильтрации всей толщи покровных мелкоземов равен 0,10-0,13 м/сутки. Ниже слоя мелкозема залегает хорошо проницаемый водоносный пласт мощностью от 25 до 40 м - мелкозернистые и среднезернистые пески. Средний диаметр частиц грунта дренируемого пласта $d_{ср}$= 0,19-0,25 мм.

Коэффициент фильтрации, по данным УзГИИТИ и Узбекского гидрогеологического треста, составляет 20-25 м/сутки. Фракционный состав и коэффициент фильтрации грунта каптируемого пласта улучшается сверху вниз по разрезу. Этот хорошо проницаемый пласт подстилается отдельными линзами суглинков, глин и супесей, ниже которых залегает второй хорошо проницаемый водоносный пласт, предста.ленный разнозернистым песком с включением гравия. Оба пласта гидравлически связаны друг с другом (рис. I).

Третий гидрогеологический район площадью 31 370 га находится на северной окраине рассматриваемой территории и охватывает земли, прилегающие к р.Сырдарье.

Литологическое строение района- легкие и средние суглинки, с приближением к Сырдарье последние сменяются супесями. Коэффициент фильтрации покровного мелкозема равен 0,13-0,15 м/сутки. Мощность колеблется от 10 до 25 м.

Ниже пласта мелкозема вскрыт хорошо проницаемый слой мощностью 40-50 м, представленный среднезернистым и крупнозернистым песком (рис. I). Фракционный состав грунта здесь улучшается как в направлении с юга на север, т.е. в сторону р.Сырдарьи, так и сверху вниз по разрезу. В нижних частях разреза встречается гравий. Средний диаметр частиц грунтов хорошо проницаемого пласта в северной части района изменяется в широком диапазоне - от 0,17 до 0,5 мм, а в южной - от 0,25 до 0,35 мм. Коэффициент фильтрации составляет до 25-30 м/сутки.

Таким образом, рассматривая литологическое строение территории Кировского и Джетысайского районов, можно проследить, так же как и в Пахтааральском районе, закономерное

увеличения коэффициента фильтрации покровного мелкозема и хорошо проницаемого пласта, мощности каптируемого пласта, улучшения фракционного состава грунта водоносного слоя и уменьшения мощности покровного мелкозема.

При обосновании выбора техники дренирования территории применение вертикального дренажа считается эффективным, если гидрогеологические параметры удовлетворяют условиям

$$\frac{K_1 T_1}{KT} \geq 100$$

где K, T и K_1, T_1 - коэффициент фильтрации и мощность покровного мелкозема и хорошо проницаемого пласта.

Гидрогеологические параметры рассматриваемых районов вполне соответствуют вышеуказанному условию. Следовательно, земли Кировского и Джетысайского районов наиболее выгодно мелиорировать вертикальным дренажом.

При этом по условиям залежения вертикального дренажа лучше всего дренировать во втором и третьем гидрогеологических районах - первый, а в первом гидрогеологическом районе - первый и второй водоносные, хорошо проницаемые пласты.

Условие формирования подземных вод

Водовмещающей толщей рассматриваемой территории являются рыхлообломочные породы Сохского, Ташкентского и Голодностепского комплексов отложений, мощность которых изменяется в пределах 37-145 м. Подземные воды формируются за счет инфильтрации поверхностных вод через толщи покровного мелкозема и внешнего подземного притока.

Размеры подземного притока в Кировский и Джетысайский районы со стороны Пахтааральского района и оттока за пределы этой территории, подсчитанные по формуле Дарси, приводятся в табл. I.

Таблица I

Направление потока	Поперечное сечение, км^2	Коэффициент фильтрации пласта, м/сутки / м/сек	Уклон потока	Q, м^3/сек
Приток по дренируемому пласту со стороны Пахтааральского района	I,35	I5 / 0,00017	0,0006	0,I5
	3,04	20 / 0,00023	0,0006	0,42
	4,69	25 / 0,00029	0,0006	0,82
И т о г о	9,04			I,39
Отток в р.Сырдарью	2,2	25 / 0,00029	0,002	I,28
Отток в Арнасайское понижение	2,62	I5 / 0,00017	0,0008	0,3I
И т о г о	4,82			I,59
Разница между притоком и оттоком подземных вод				0,2

Причем, площадь движения потока определяли по поперечникам литологического строения всей толщи четвертичных отложений, составленным ИВПиГ АН УзССР / 4 /, а уклон поверхности подземных вод - по карте гидроизопьез, вычерченной по данным пьезометрических наблюдений Гидропроекта.

Выяснили, что уклон подземных вод изменяется в пределах 0,0006-0,002. С приближением к р.Сырдарье величина уклона подземного потока увеличивается. Поток направлен с юга на север и северо-запад.

Из табл. I видно, что величина подземного притока по дренируемому пласту уравновешивается оттоком.

Приток грунтовых вод на рассматриваемую территорию по покровному мелкозему и отток их оценивается сотыми долями от притока и оттока подземных вод по хорошо проницаемому водоносному пласту, так как коэффициент фильтрации грунта покровных отложений в I00-I50 раз меньше, чем дренируемого пласта.

При среднем значении коэффициента фильтрации всей толщи покровного мелкозема 0,I5 м/сутки и уклоне 0,0005 скорость фильтрации в этих породах составит 0,000075. При суммарной площади движения потока по мелкозему 3,0-3,5 км^2 приток грунтовых вод со стороны Пахтааральского района будет равен 0,025-0,035 м^3/сек, отток из Кировского района в сторону Сырдарьи и в Арнасайское понижение - 0,04-0,045 м^3/сек.

Таким образом, общий подземный приток по покровному мелкозему и водоносному пласту на территорию Кировского района составляет около I,6-I,65 м^3/сек, а отток в сторону Арнасайского понижения и в р.Сырдарью - I,8-I,85 м^3/сек.

Эти данные свидетельствуют о том, что в формировании грунтовых вод подземный приток со стороны играет незначительную роль; питание подземных вод в бассейне Кировского и Джетысайского районов в основном осуществляется за счет фильтрационных оросительных вод, т.е. зависит от водоподачи и величины коэффициента земельного использования.

Динамика уровня и минерализация грунтовых и подземных вод

Территория Кировского и Джетысайского районов относится к области затрудненного оттока грунтовых вод, где суммарное испарение немного превышает величину подземного оттока. Разнообразие гидрогеологических и геоморфологических условий создает только местные оттоки грунтовых вод. Наиболее благоприятные условия местного оттока грунтовых вод имеет

третий район, расположенный вблизи обрыва, и территория, прилегающая к Арнасайскому понижению, а также водораздельные повышения второго и третьего районов.

Наиболее тяжелыми условиями отличаются местные понижения, расположенные внутри отдельных гидрогеологических районов. Причем, в целом по району (за исключением земель, прилегающих к Арнасаю и р.Сырдарье) отток грунтовых вод в основном осуществляется из покровного мелкозема в хорошо проницаемый водоносный пласт, затем по пласту - в р.Сырдарью и Арнасайское понижение.

До орошения близкое залегание грунтовых вод (5-7 м) наблюдалось лишь на землях с крупными естественными понижениями. На остальной территории они находились глубоко - в 10-17,5 м. Глубина залегания уровня грунтовых вод в 17,5-20 м отмечалась на водоразделах, следовательно, эти воды на процессы почвообразования существенно не влияли.

Орошение, как основной источник питания грунтовых вод, привело к резкому подъему их горизонта - 2-3 м/год в зависимости от их питания и расходования. При такой интенсивной скорости подъема на большей части территории через 3-5 лет орошения уровень грунтовых вод оказался близок к поверхности земли, что вызвало непосредственное участие этих вод в процессе почвообразования, а это привело к вторичному засолению земель.

В настоящее время, когда коэффициент земельного использования территории доведен до 0,57-0,77 (в среднем 0,66), уровень грунтовых вод рассматриваемого района более или менее уравновешен и везде отмечается их высокое залегание - 1,0-3,5 м и лишь в западной части на отдельных возвышенных местах, а также вблизи Сырдарьи наблюдается относительно глубокое их залегание - 3,0-5,0 м.

По данным режимных наблюдений Голодностепского Кировского управления оросительных систем за 1962 г. в основной части первого и второго гидрогеологических районов уровень грунтовых вод залегает весной на глубине 0,8-1,2 м, осенью

2,0-3,0 м от поверхности земли; амплитуда колебания составляет I,2-I,8 м.

В восточной части территории тех же районов отмечается более близкое - 0,8-I,2 м, в западной и на отдельных небольших возвышенностях еще относительно глубокое залегание уровня грунтовых вод - 3-5 м.

Рассматривая данные режимных наблюдений, можно отметить некоторое снижение горизонта грунтовых вод в направлении р.Сырдарьи и Арнасайского района. Так, на территории третьего гидрогеологического района уровень грунтовых вод колеблется весной в пределах I,2-2,I м, а осенью - 2,75-4,5 м. Здесь амплитуда колебания уровня грунтовых вод составляет I,5-2,0 м.

С приближением к обрыву поймы р.Сырдарьи зеркало грунтовых вод резко падает и составляет 5-7 м.

Повсеместно максимум подъема уровня грунтовых вод приходится на февраль-март, второй меньший подъем - на июнь-август, т.е. на период вегетационных и влагозарядковых поливов, а в октябре он занимает наиболее глубокое положение.

Поток грунтовых вод, как и отток подземных, направлен с юга на север в сторону р.Сырдарьи и на запад к Арнасайскому понижению. Уклон грунтовых вод почти идентичен уклону поверхности земли и величина его колеблется в сторону р.Сырдарьи в пределах 0,0003-0,001, а в направлении Арнасайского понижения - 0,0003-0,0006.

Средняя скорость грунтового потока в сторону Сырдарьи и Арнасайского понижения составляет 0,0005-0,00075 м/сек. Такие незначительные скорости потока не имеют большого значения в формировании режима грунтовых вод.

Существенное же значение в формировании грунтовых вод и их режима имеют вертикальные скорости движения потока в покровных мелкоземах, величина которого определяется разностью между уровнем грунтовых вод в покровных суглинках и пьезометрическим напором дренируемого пласта.

Отсутствие на рассматриваемой территории кустовых пьезометров с расположением их фильтра в мелкоземе и хорошо проницаемом пласте затрудняет определение величины подземного притока в покровный мелкозем и оттока из него. При совместном рассмотрении данных по залеганию уровня грунтовых (Голкирисупр) и подземных вод (Гидропроект) видно их близкое залегание (табл. 2).

Так, установившийся уровень подземных вод в первом и втором гидрогеологических районах находится в пределах 2,0-2,5 м весной и 3,3-3,5 м осенью; в третьем соответственно 3,0-3,5 и 4,2-4,7 м. Горизонт воды в наблюдательных колодцах, расположенных вблизи этих пьезометров, залегает в этих же пределах.

Балансовые расчеты подтверждают правильность этого положения. Так, по первому району подземный отток не наблюдается, а по второму и третьему отмечается слабый отток, обеспечивающий разность между уровнем грунтовых и подземных вод величиной 3-5 см в среднегодовом разрезе. Увеличение коэффициента земельного использования до 0,85 обязательно вызовет подъем пьезометрического уровня. Примером могут служить совхозы "Пехтаарал" и "Большевик", где пьезометрический напор (после увеличения КЗИ до 0,8-0,85) поднялся выше уровня грунтовых вод (табл. 2).

Таким образом, напорность подземных вод на рассматриваемой территории имеет исключительно местный характер и формируется в основном за счет инфильтрации оросительных вод.

Длительное орошение земель изменило не только положение уровня грунтовых вод, но и минерализацию грунтовых и подземных вод.

До орошения на территории минерализация грунтовых вод изменялась в диапазоне 5-20 и более г/л. Причем, степень минерализации уменьшалась с юга на север. Максимальная минерализация была приурочена к пониженным участкам местности, минимальная - к водоразделам.

В настоящее время высокая минерализация грунтовых вод наблюдается в основном в восточной части первого гидрогео-

Таблица 2

Изменение уровней грунтовых и подземных вод за 1962 г.

Номера пьезометров	Глубина грунтовых и подземных вод, м											
	I	II	III	IУ	У	УI	УII	УIII	IX	X	XI	XII
45II	I,26	I,05	I,00	I,60	2,00	2,20	2,I0	2,30	2,50	2,88	2,40	I,85
	нет данных											
45I0	I,5	I,3	I,4	I,8	2,I	2,6	2,75	2,70	2,9	3,0	2,7	2,I
	2,2	2,5	2,54	2,35	2,4	2,8	2,9	3,2I	3,39	3,I	3,2	2,67
455I	3,65	3,4	3,85	4,2	4,4	3,8	4,2	4,25	4,40	4,45	4,20	4,95
	4,60	4,0	4,35	4,89	4,85	4,44	4,56	4,20	4,30	4,42	4,5	4,65
4509	2,64	2,62	2,54	2.59	нет	3,56	3,48	3,6	3,94	3,26	-	-
	3,3	3,05	3,03	3,02	данных	2,58	2,58	2,7	2,44	3,16	-	-
45I3	2,5	2,37	3,3	3,50	-	3,8	3,9	3,85	4,2	4,3	4,3	3,7
	2,7I	2,90	3,23	3,4	-	3,6	3,7	3,5	3,8	3,9	3,7	3,6

ПРИМЕЧАНИЕ: Пьезометры за номерами 45I1, 45I0 и 455I расположены в пределах I-го, II-го и III-го гидрогеологических районов, где коэффициент земельного использования соответственно составляет 0,6, 0,7 и 0,63. Пьезометры за номерами 4509 и 45I3 расположены в совхозах "Большевик" и "Пахтаарал", КЗИ = 0,85-0,9.

логического района - 10-14 г/л; на пониженных участках первого и второго районов она варьирует от 7 до 10 г/л. На остальных землях этих районов минерализация составляет всего 3-5 г/л. Причем, минерализация грунтовых вод уменьшается с юга на север, т.е. в сторону р.Сырдарьи. Самая низкая их минерализация наблюдается на землях III гидрогеологического района - 1,0-4,0 г/л.

Повсеместное снижение минерализации грунтовых вод на таких слабо дренированных землях, где величина горизонтальной составляющей оттока невелика, а открытая коллекторно-дренажная сеть не имеет практического значения для мелиорации земель, вызвано выщелачиванием более минерализованных вод покровного мелкозема в первый, хорошо проницаемый пласт. Этим и объясняется повышенная степень минерализации подземных вод первого, хорошо проницаемого пласта, где в первом и втором гидрогеологических районах она составляет 4-10 г/л, а третьем - 1-2 г/л.

По всей территории также отмечается уменьшение степени минерализации подземных вод с верхнего горизонта хорошо проницаемого пласта в нижние. Так, если минерализация подземных вод первого хорошо проницаемого пласта, расположенного в пределах 75-80 м, равна 4-10 г/л, то минерализация вод, приуроченных к глубине 80-150 м составляет 2-3 г/л. Ниже подземные воды с минерализацией 1-1,5 г/л, т.е. начиная с глубины 120-150 м. Этот водосодержащий пласт в настоящее время частично эксплуатируется в целях водоснабжения населенных пунктов, а в перспективе предусматривается обеспечить водоснабжение всех населенных пунктов за счет использования подземных вод.

Следовательно, при проектировании и строительстве скважин вертикального дренажа нет необходимости истощать запасы пресных подземных вод ниже первого, хорошо проницаемого водоносного пласта, ограничив глубины заложения скважин в пределах 60-80 м.

Распределение первичных запасов солей в покровном мелкоземе

Описываемая территория относится к зоне пустынных степей, где господствовал до орошения сероземный тип почвообразования. В этот период верхняя толща почво-грунтов была слабо засолена и наиболее распространенной почвенной разностью являлись незасоленные светлые сероземы. Верхняя 2-3-метровая толща в них, по исследованиям Н.А.Димо, была опреснена до 0,2-0,3%.

Грунтовые воды в это время залегали глубоко - на I0-20 м и не участвовали в процессах почвообразования. Быстрый подъем грунтовых вод, вызванный орошением территории, привел к вторичному засолению земель.

Для выяснения распределения запасов солей на всю мощность покровного мелкозема и их роли при вторичном засолении на рассматриваемом массиве нами составлено предварительное районирование территории по глубинному засолению почво-грунтов (рис. 2). В основу районирования приняты характер и степень засоления почво-грунтов и грунтовых вод (выделяются 4 зоны).

Зона Iа и Iб расположены в северной части рассматриваемой территории и охватывают в основном земли третьего гидрогеологического района, где величина подземного оттока превышает величину подземного притока.

Характерная черта этих зон - слабое засоление почво-грунтов всей 20-метровой толщи (рис. 2,3). Количество плотного остатка здесь колеблется в пределах 0,2-0,5% и лишь по отдельным горизонтам достигает 0,6-0,7%. Общие запасы легкорастворимых солей в почво-грунтах этих зон (табл. 3) для 5-метровой толщи изменяются от 200 до 220 т/га, для I0-метровой - от 460 до 570, I5-метровой - от 795 до 860, 20-метровой - от 860 до 975 т/га.

Данные табл. 3 приводятся как среднеарифметические из числа скважин, характеризующих отдельные зоны.

Схема районирования земель Северо-Западной части Голодной степи по первичному засолению почво-грунтов

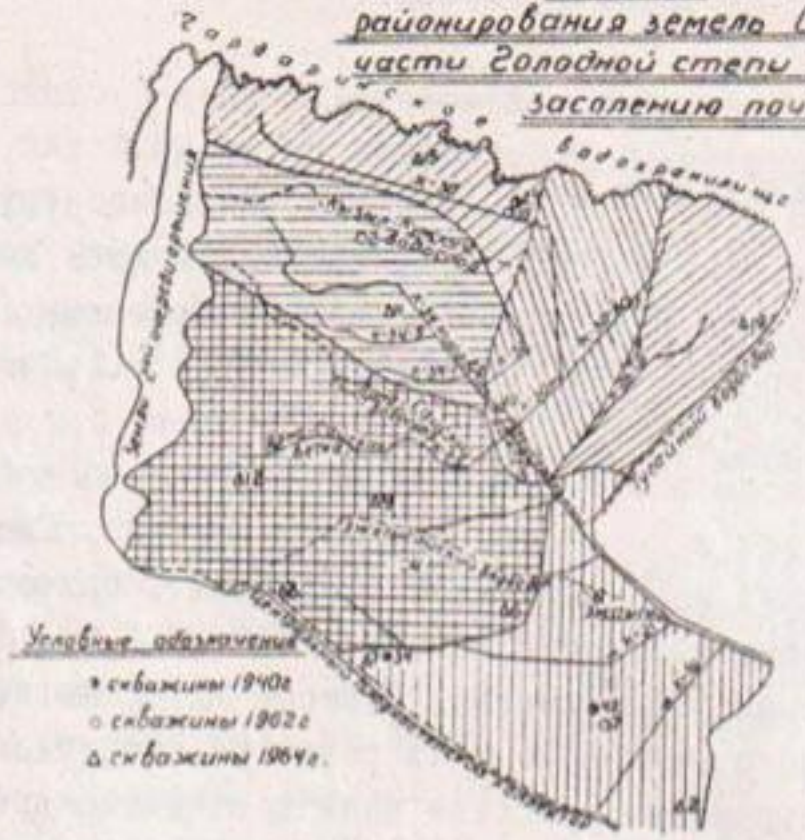


Рис. 2.

Экспликация

NN Зоны	Условные обозначения	Характер распределения солей по глубине	Гидрогеологические условия: Характер естественного оттока	Грунтовые воды: Глубина м.	Грунтовые воды: Минерализация г/л	Общие запасы легкорастворимых солей в почво-грунтах в т/га в слое 0-5м	0-10м	0-15м	0-20м
I а			относительно благополучный	2-3	1-4	220	460	730	930
I б			относительно благополучный	2-3	4-5	200	470	730	860
II			затрудненный	2-3	3-5	400	950	1650	2179
III			тяжелый/неблагополучный/	1-2	7-10	416	750	1050	1400
IV			тяжелый/неблагополучный/	1-2	10-14	470	1100	1680	2240

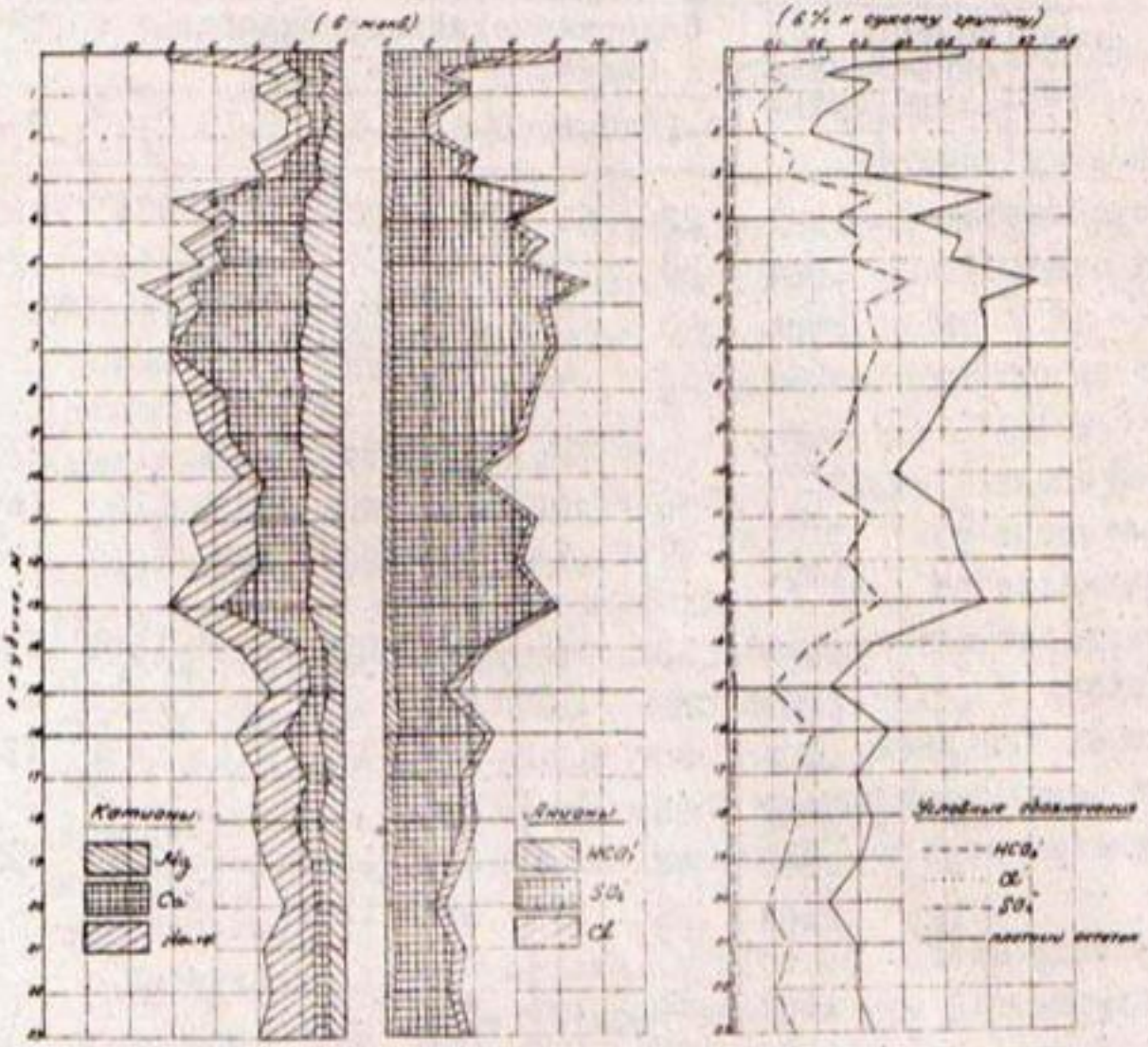


Рис.3. График распределения легкорастворимых солей в почво-грунтах по скважине № I5 на I964 год.

Таблица 3

Послойные запасы солей (т/га) в почво-грунтах северо-западной части Голодной степи

Номер зоны	Номер скважины	Год выработки	Содержание легкорастворимых солей (т/га) в слое, м							
			0-1	0-3	0-5	0-10	0-15	0-20	0-25	0-3
Iа	9	1962	22	50	94	202	319	404	495	617
	10	1964	30	176	274	479	847	1061	1258	147
	15	1964	49	131	280	740	1120	1389	-	-
	19	1964	52	142	238	448	685	846	-	-
Iб	1	1962	18	144	325	772	1004	1127	1127	-
	5	1962	39	288	420	710	1057	1192	1487	-
	10	1962	11	44	75	397	842	1016	1168	128
II	3	1962	33	151	303	873	1299	1509	1889	217
	4	1962	36	161	286	881	1659	2523	3153	-
	6	1964	30	120	426	778	1149	1382	1581	-
	8	1962	56	117	325	778	-	-	-	-
	9	1964	43	171	490	1141	1668	2004	2298	-
	12	1964	135	378	595	1324	2388	3023	-	-
III	2	1962	84	246	458	788	893	974	-	-
	6	1962	59	228	339	722	1272	2042	2592	29
	11	1964	92	262	450	758	990	1239	-	-
IУ	7	1962	37	132	279	879	1484	2354	3230	37
	8	1962	87	223	389	1069	1429	1886	2244	25
	2	1964	91	264	547	1137	1950	-	-	-
	7	1964	146	469	678	1222	1838	2482	-	-

Допустимые запасы солей для обеспечения нормального рос сельхозкультур для метрового слоя почво-грунтов составляют 45-50 т/га, а для 5-метровой - 225-250 т/га. Таким образо

запасы солей на I зоне для верхней 5-метровой толщи почво-грунтов укладываются в пределах допустимой нормы для выращивания сельхозкультур. Более глубокие слои почво-грунтов имеют также относительно невысокие запасы солей.

Если по степени засоления почво-грунты зоны I а и Iб аналогичны, то по составу солей они резко отличаются. Так, почво-грунты зоны Iа имеют в основном сельфатный тип засоления с соотношением $SO_4 : Cl$ от 5-6 до 20-30 и ..ишь редкие горизонты дают хлоридно-сульфатный тип засоления (по классификации А.Н.Розанова). В катионной части грунты имеют смешанный тип засоления, т.е. содержание катионов Ca, Mg, $Na+K$ либо равновелико, либо наблюдается небольшое преобладание того или иного катиона. Однако по всем точкам встречаются горизонты, где содержание $Na+K$ превышает сумму $Ca+Mg$. Горизонты эти иногда охватывают толщу (скважина I5,1962; I9, 1964) до I0-I5 м.

Грунтовые воды на этой территории имеют невысокую минерализацию - I,I-4,8 г/л (табл. 4). По типу засоления грунтовые воды хлоридно-сульфатные и лишь по скважине I5 по двум горизонтам отмечается сульфатный тип засоления, где соотношение $SO_4 : Cl$ составляет 8-I5. В катионной части грунтовые воды в основном носят смешанный характер засоления, однако по скважине I5 наблюдается явное преимущество натрия, который до глубины I0 м даже превышает содержание.

Совершенно другая картина в зоне Iб. Здесь отмечается повышенное содержание катиона кальция при относительно большом количестве магния (чего нет в других зонах). Катиона натрия мало, особенно в верхних горизонтах. С глубины I2-I5 м содержание его резко увеличивается, и он нередко превышает даже сумму Ca и Mg. Это свидетельствует о вымыве солей из верхнего горизонта в подстилающие пески при орошении земель.

Таблица 4

Минерализация грунтовых вод Кировского и Джетысайского районов

Номер зоны	Номер скважины	Год выработки	Глубина взятия проб, м	Плотный остаток, г/л	HCO_3	Cl	SO_4	Ca	Mg	$Na+K$	$\frac{SO_4}{Cl}$
I	2	3	4	5	6	7	8	9	I0	II	I2
Iа	9	1962	I2,0	3,380	0,354	0,325	I,406	0,317	0,175	0,47I	I,9
	I0	I964	II,0	I,940	0,442	0,157	0,84I	0,154	0,I26	0,256	4,0
	I9	I964	2,8	I,I90	0,38I	0,099	0,5I8	0,II0	0,079	0,I80	3,8
				3,725	0,274	0,7I0	I,502	0,I20	0,I64	0,836	I5,6
	I5	I964	I0,0	I,I40	0,503	0,097	0,396	0,I02	0,054	0,223	30
			34,0	2,475	0,229	0,I22	I,403	0,256	0,I2I	0,3I2	8,5
	I	1962	3,3	4,874	0,232	0,I52	3,083	0,55I	0,449	0,I88	I6
			I2,0	3,908	0,I7I	0,2I5	2,362	0,50I	0,262	0,275	8,0
			24,0	3,822	0,I83	0,255	2,285	0,50I	0,I26	0,309	6,6
Iб	5	I962	4,5	4,962	0,207	0,933	2,I69	0,3I7	0,I96	I,029	I,7
			I2,0	4,644	0,I95	0,900	2,230	0,327	0,202	I,008	I,8
			32,0	8,268	0,268	I,865	3,204	0,29I	0,329	I,73I	I,3

I	2	3	4	5	6	7	8	9	I0	II	I2
I6	I0	I962	9,4	4,I40	0,I83	0,4I4	2,423	0,565	0,256	0,379	4,I
			30,0	5,024	0,I7I	I,064	2,230	0,396	0,259	0,9I3	I,5
	3	I962	4,9	6,000	0,I34	0,I34	0,763	3,I27	0,54I	0,I45	9,7
			I2,0	I5,956	0,28I	I,747	8,396	0,546	0,353	4,I57	3,5
			30,0	II,072	0,220	I,747	5,087	0,496	0,295	2,627	2,I
II	4	I962	2,9	5,262	I40,3	0,259	3,I55	0,456	0,223	0,826	8,7
			I2,0	I5,790	0,I77	3,730	5,974	0,575	0,5I9	3,864	I,2
			26,0	I2,870	0,207	3,I65	4,408	0,575	0,493	2,95I	I,0
	6	I964	6,0	0,870	0,I98	0,082	0,4I8	0,084	0,06I	0,II7	3,7
	8		2,0	3,480	0,2I3	0,082	I,896	0,524	0,I32	0,735	I7,I
	9	I964	7,08	2,565	0,229	0,I9I	I,308	0,200	0,I67	0,293	5,I
			II,94	6,235	0,I52	I,480	2,355	0,I84	0,I86	I,578	I,2
			2,2	4,040	0,I83	0,I95	2,355	0,365	0,233	0,455	I8,0
III	2	I962	I,8	0,408	0,2I3	0,933	5,247	0,47I	0,344	2,094	4,5
			I0,0	6,980	0,220	I,089	3,22I	0,4I7	0,226	I,486	2,2
			20,0	5,762	0,I95	0,736	3,0I7	0,377	0,I8I	I,278	3,0
	6	I962	4,6	6,734	0,207	0,236	4,I02	0,482	0,I99	I,322	I3
			II,0	7,464	0,207	I,090	3,479	0,50I	0,27I	I,42I	0,9
			34,0	I0,748	0,207	2,4I7	4,085	0,6I5	0,407	2,2I7	I,2

II

I	2	3	4	5	6	7	8	9	10	II	I2
III	II	1964	I0,0	2,450	0,2I3	0,I82	1,302	0,222	0,132	0,340	II,7
			34,0	I,890	0,198	0,I83	0,975	0,125	0,084	0,358	9,2
IУ	7	.962	1,6	I4,I00	0,2I9	2,793	5,962	0,525	0,525	3,292	I,5
			6,0	I6,226	0,325	3,2I8	7,I04	0,585	0,609	3,953	I,6
			30,0	I6,568	0,I52	3,283	7,403	0,536	0,660	4,054	I,7
	8	1962	2,85	9,704	0,256	0,276	5,8I2	0,466	0,347	I,926	I5
			I0,0	II,248	0,I7I	0,243	7,005	0,44I	0,262	2,686	2I
			3I,0	7,748	0,282	I,432	3,478	0,377	0,023	I,893	I,8
	2	1964	I,4	I2,885	0,457	I,598	5,947	0,378	0,541	2,862	2,4
	7	1964	3,83	I0,565	0,I68	I,63I	4,846	0,434	0,440	2,II4	2,2
			I0,27	7,500	0,III	I,5I9	3,I92	0,256	0,309	I,563	2,7
			I4,I6	7,600	0,I02	I,5I9	3,2I7	0,4I5	0,32I	I,253	2,7

Характер минерализации грунтовых вод хлоридно-сульфатный, и лишь скважина I показывает сульфатный тип засоления. Здесь как и в почво-грунтах, наблюдается повышенное содержание магния (почти одинаково с кальцием). Натрия немного, с глубиной его значение возрастает.

Зона П занимает юго-западную часть первого и второго гидрогеологического районов. Характерная черта этой зоны - повышенная засоленность почво-грунтов почти по всему профилю покровного мелкозема по сравнению с зоной I(рис.4).Содержание солей достигает иногда до 0,8-I,0% по плотному остатку и лишь изредка встречаются опресненные до 0,3-0,5% горизонты.

Верхняя 2-3, иногда 4-6-метровая толща обычно опреснена до 0,2-0,4%, наибольшее засоление наблюдается в интервалах от 2-6 до 15-20 м.

По характеру засоления почво-грунты в основном сульфатные, в катионной части смешанные, натриево-кальциевые, но иногда Na превышает сумму $Ca+Mg$. Это особенно ярко выражается в глубоких горизонтах, где с 16 м на всю толщу до 28 м натрий является преобладающим катионом, содержание его здесь больше суммы Ca и Mg в 2-2,5 раза.

Катионв магния почти по всему профилю мало. В отношении хлора также наблюдается тенденция к увеличению его в нижних горизонтах по некоторым скважинам.

Грунтовые воды залегают на глубине 2-3 м с минерализацией 3,5-5,0 г/л. Степень минерализации грунтовых вод по глубине неодинакова. Минимальная отмечается в верхних горизонтах (табл. 4, скв. 3 и 4), где она составляет 3,5-5,0 г/л; на глубине I2 м она наиболее высокая и достигает I5,8-I5,9 г/л, что свидетельствует о вымыве солей из верхних горизонтов в нижние слои в процессе орошения. В нижних горизонтах, т.е. в интервале 26-30 м, минерализация снижается до II,2-I2,9 г/л.

Характер засоления грунтовых вод также неодинаков. В верхних горизонтах воды сульфатные с соотношением $\frac{SO_4}{Cl}$

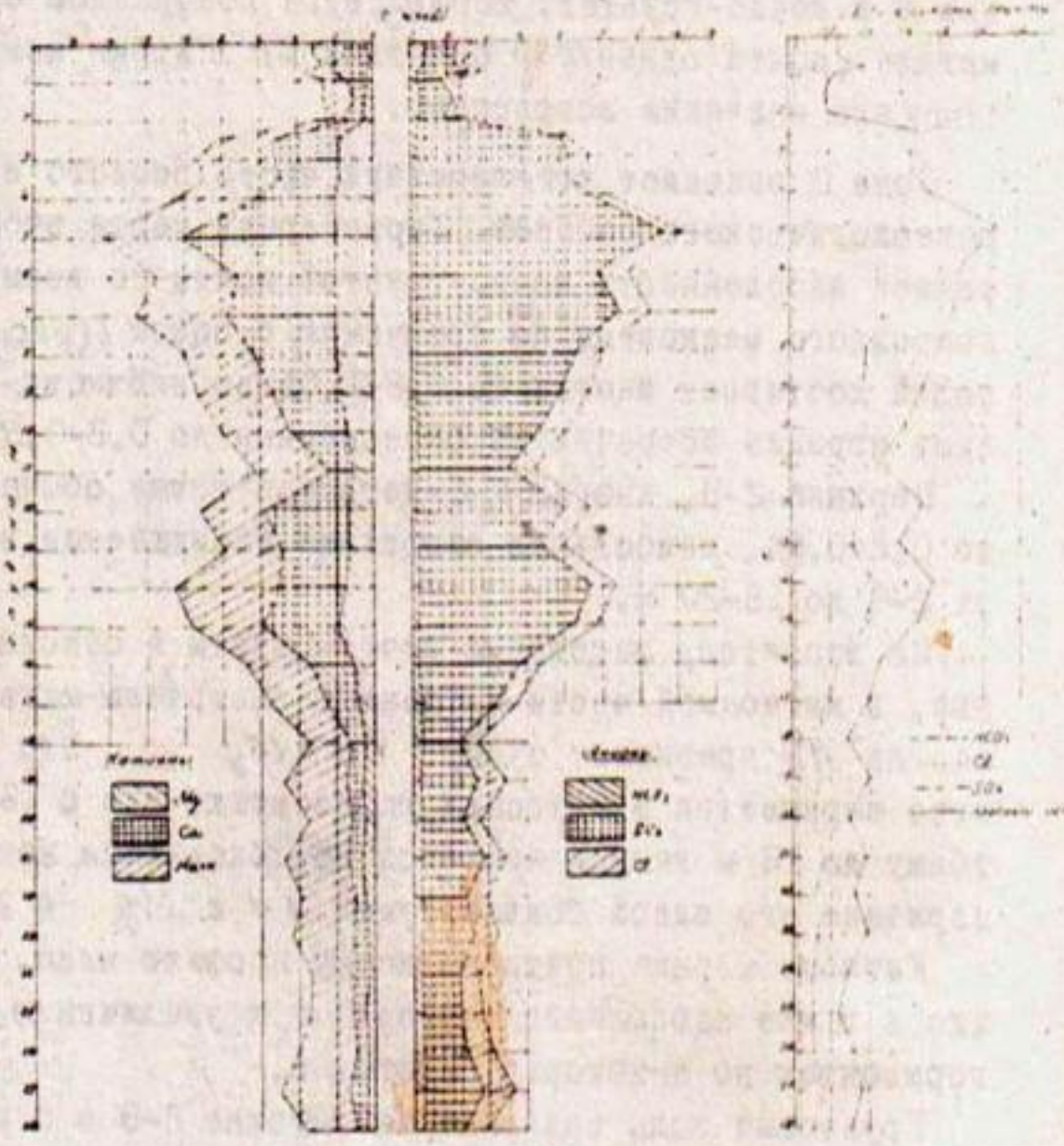


Рис.4. График распределения легкорастворимых солей в почво-грунтах по скважине № 9 на Р.64 год.

5-17 и магниево-кальциевые. С глубиной состав солей меняется до хлоридно-сульфатных; в катионной части преобладающим компонентом является *Na* (скважина 3 и 4).

По общим запасам легкорастворимых солей зона эта характеризуется более высокими запасами, чем зоны Iа и Iб.

В связи с тем, что верхняя толща (2-6 м) опреснена, а основные запасы солей распределены на глубине от 4-6 до 15-20 м, средние арифметические данные по запасам солей в верхней 0-3-метровой толще не показывают больших отличий зон Iа и Iб от зоны П. Так, если для зоны I в 3-метровой толще они составляют 125-159 т/га, то для зоны П - 220 т/га.

Глубже, начиная с 5 м, разница по запасам солей в этой зоне резко возрастает - до 1,5-2,5 раз по всем слоям: для 5-метровой толщи она составляет 286-595 т/га, 10-метровой - 778-1324, 20-метровой - 1382-3023 т/га.

Такая разница в запасах солей объясняется ухудшением условий дренирования территории зоны П, т.е. здесь водообмен между верхним покровным мелкоземом и хорошо проницаемым пластом осуществлялся более замедленным темпом, чем в зонах Iа и Iб.

Если допустимые запасы солей для 5-метровой толщи составляют, как указывалось выше, 200-225 т/га, то по описываемой зоне они превышают это количество на 100-370 т/га. Следовательно, здесь есть серьезные опасения развития процессов вторичного засоления после подъема пьезометрического напора подземных вод.

Зона Ш охватывает небольшую часть территории второго и третьего гидрогеологических районов и расположена вблизи Кызылкумского водосбора. Это пониженная часть рельефа с более тяжелыми условиями местного оттока, что и отразилось на характере засоленности почво-грунтов и грунтовых вод.

Из графика распределения легкорастворимых солей по профилю видны два ярко выраженных солевых максимума (рис. 5). Один из них небольшой и подтянут к верхним почвенным горизонтам с мощностью 0,5-0,7 м и является результатом вторичного засоления почво-грунтов.

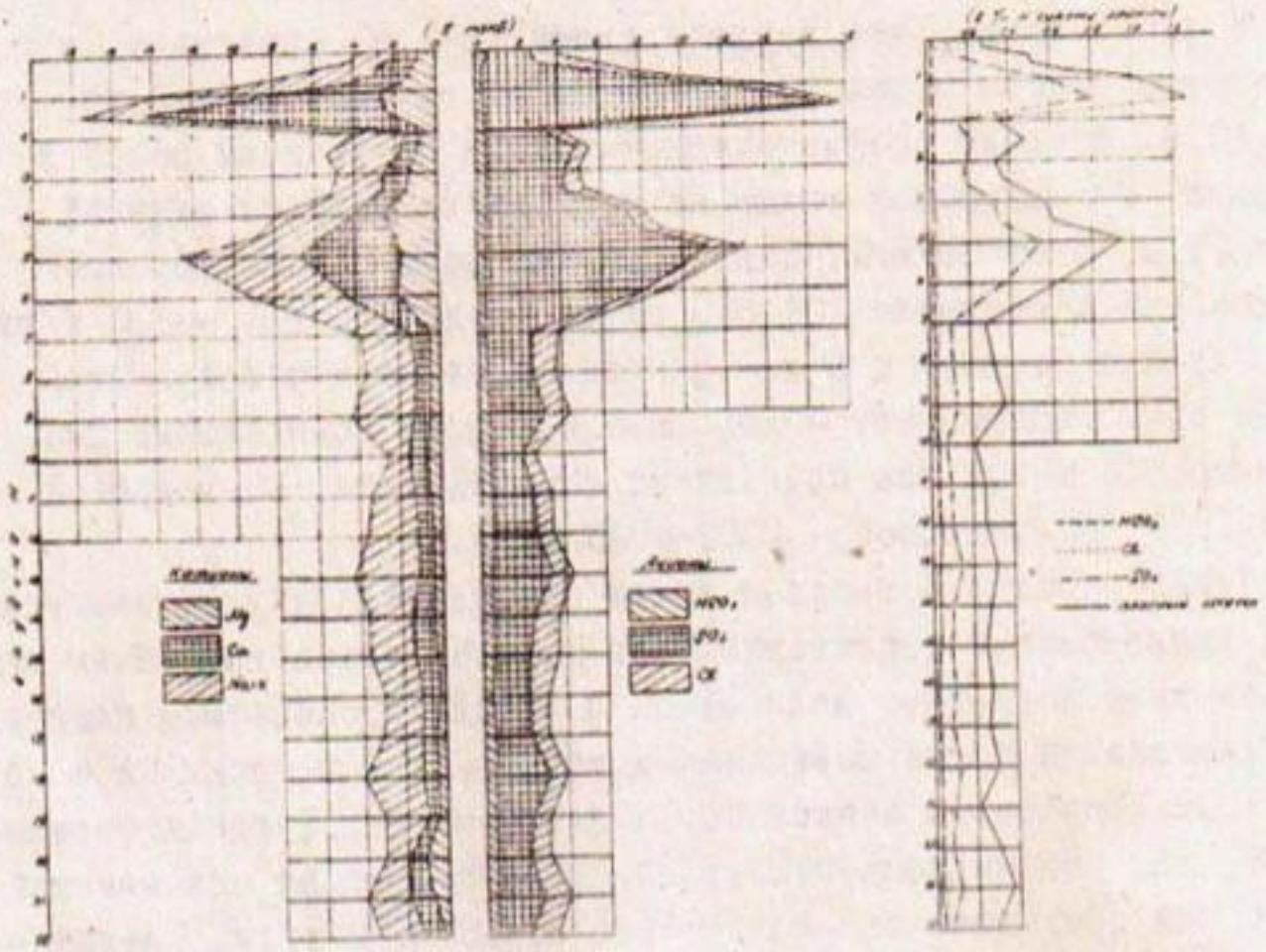


Рис.5. График распределения легкорастворимых солей в почво-грунтах по скважине № II на 1964 год.

Величина плотного остатка в нем достигает 0,65-I,25%. Второй максимум расположен в интервале от I,5-4,0 до 7-8 м, имеет аналогичную верхнему максимуму степень засоления.

Глубже второго солевого максимума от 7-8 м грунты опреснены, и содержание солей в них не превышает обычно 0,I-0,35% по плотному остатку. Опреснение нижних горизонтов покровного мелкозема связано, по-видимому, с выносом солей из этой толщи в хорошо проницаемые песчаные пласты.

По характеру засоления почво-грунты хлоридно-сульфатные и лишь отдельные горизонты (солевые максимумы) имеют сульфатный тип засоления. Из катионов почти по всему профилю преобладает натрий, исключая второй солевой максимум, где больше кальция (рис. 6), или соотношение $\frac{Na+K}{Ca+Mg}$ одинаково.

Грунтовые воды залегают близко к поверхности (I-2 м), минерализация 6,7-9,4 г/л. Степень минерализации по глубине неодинакова. По двум выработкам (скважина 2, I962 г. и II, I964 г.) она снижается с 9,4 г/л (глубина I8 м) до 5,7 г/л (20 м). По скважине № 6 (1962 г.) наблюдается обратная картина.

Воды хлоридно-сульфатные, в поверхностных горизонтах сульфатные ($SO_4:Cl=$ I2-I3). Преобладающий катион - натрий, содержание его в большинстве своем превышает сумму *Ca* и *Mg*.

По запасам легкорастворимых солей Ш зона характеризуется следующими показателями: для 5-метровой толщи они равны 416 т/га; I0-метровой - 750, I5-метровой - I050, 20-метровой - I400 т/га.

При сравнении видно, что эти запасы намного меньше, чем в зоне П. Особенно это выражено с глубиной. Так, если в 20-метровой толще в зоне П общие запасы легкорастворимых солей составляют 2179 т/га, то в зоне Ш всего I400 т/га, т.е. в I,5 раза меньше. Это объясняется тем, что почво-грунты зоны Ш ниже 7-8 м значительно опреснены. Кроме того, территория зоны Ш расположена в более лучших гидрогеологических условиях: подземный отток здесь превышает подземный приток, т.е. имеется слабый отток грунтовых вод из покровного мелкозема в хорошо проницаемый водоносный пласт.

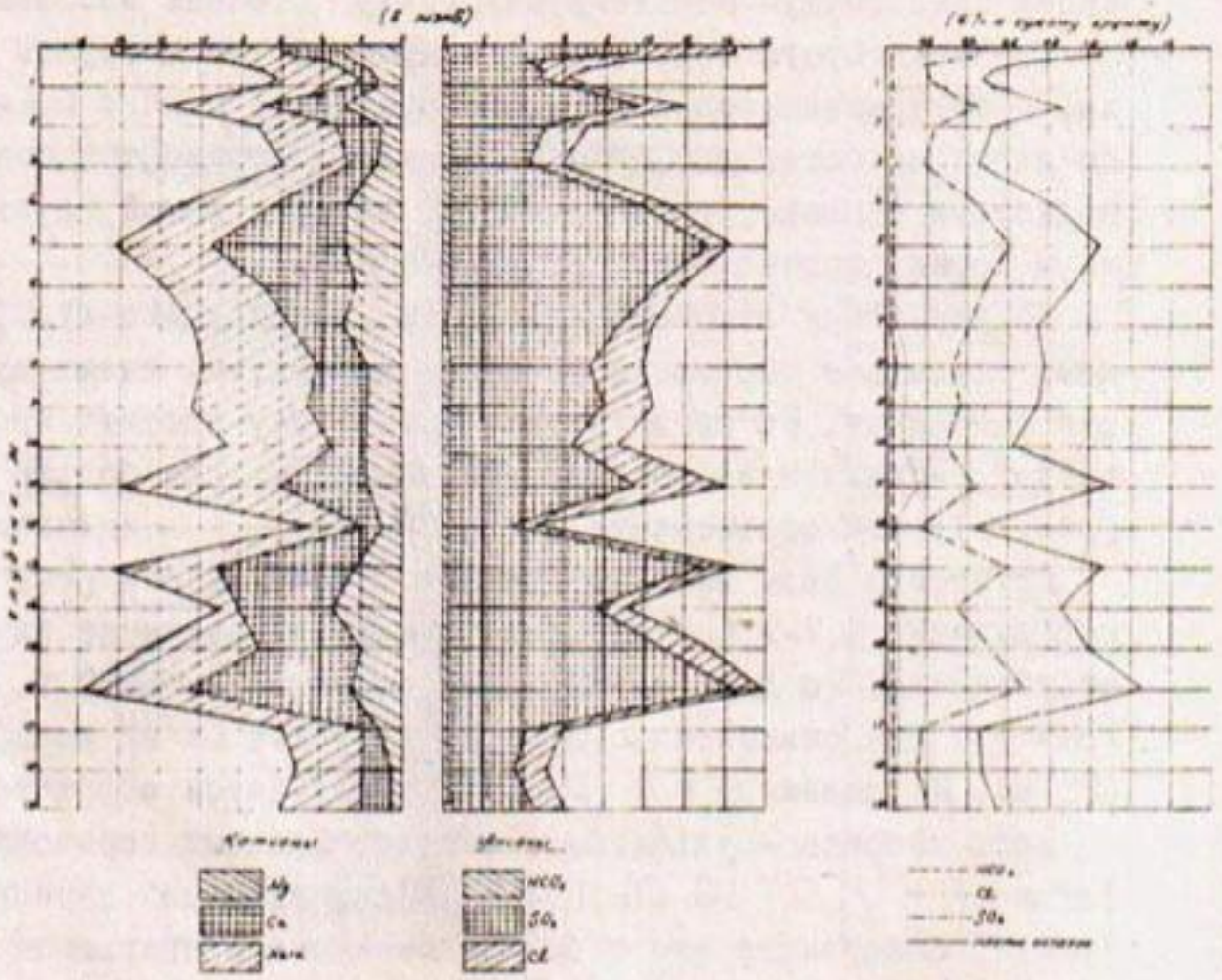


Рис.6. График распределения легкорастворимых солей в почво-грунтах по скважине № 2 на 1964 год.

Зона IУ занимает юго-восточную часть первого гидрогеологического района между центральным Голодностепским коллектором и Кировским магистральным каналом. Для этой зоны характерны самые тяжелые гидрогеологические условия: отток подземных вод отсутствует, а грунтовые воды залегают близко к поверхности земли - на глубине I-2 м. В связи с этим здесь наблюдается относительно высокая засоленность почво-грунтов на всю мощность покровного мелкозема.

Так, по ряду горизонтов величина плотного остатка достигает I,I-I,3%, хотя общий фон засоленности составляет 0,6-0,8% (рис. 6).

Почво-грунты носят хлоридно-сульфатный тип засоления, особенно в верхних горизонтах до 2-3 м, глубже характер засоления неоднороден. Он может изменяться от хлоридно-сульфатного типа до сульфатного.

В катионной части почти по всему профилю преобладает натрий и лишь по отдельным горизонтам он играет подчиненную роль.

Грунтовые воды имеют наиболее высокую из всех описываемых зон минерализацию, равную 9,7-I4,I г/л. При этом как степень, так и характер минерализации на территории неодинаков. Ближе к северу (пос.Джетысай) она минимальная - 9,7 г/л (табл. 4, скв. 8, I964 г.) и тип засоления сульфатный с соотношением $SO_4 : Cl$ = I5-2I. Это объясняется, видимо, опресняющим действием Кировского канала. Ближе к центральному коллектору степень минерализации увеличивается: I2,8 (скважина 2,I964 г.) и I4,I г/л (скважина 7). При этом меняется и характер минерализации до хлоридно-сульфатных с соотношением $SO_4 : Cl$ = I,5-2,4.

В катионной части преобладающим является Na, содержание которого по всем скважинам и горизонтам больше суммы $Ca + Mg$ в I,5-2 раза.

IУ зона характеризуется наибольшими запасами легкорастворимых солей. Содержание их превышает допустимые нормы почт' в 2 раза. Так, для 5-метровой толщи они составляют 470 т/га, (в 2,5 раза больше, чем для зоны Iа и Iб); для I0-метровой - II00 т/га; I5 - I680 и для 20 - 2240 т/га.

Столь большая засоленность почво-грунтов и грунтовых вод этой зоны связана только с оттоком грунтовых вод.

Рассматривая характер и степень засоления почво-грунтов и грунтовых вод по зонам, мы видим, что солснакопление в них связано с гидрогеологическими условиями формирования подземных вод.

Наиболее слабо засолены земли третьего гидрогеологического района, где имеется, хотя и незначительный, естественный отток грунтовых вод; максимально - земли первого гидрогеологического района, где практически отсутствует подземный отток. В этом районе степень засоления повышается в сторону Арнасайского понижения, т.е. в сторону направления потока.

Вышеприведенные данные по изменению степени минерализации грунтовых вод в сторону уменьшения и подземных вод в сторону увеличения, а также изменению запасов солей показывают, что при низком КЗИ длительное орошение сыграло положительную роль, произошло опреснение почво-грунтов и грунтовых вод. Большое опреснение достигнуто там, где имеется естественный отток грунтовых вод (территория первого и северная часть второго гидрогеологических районов).

Но положительная роль орошения сказывается лишь при низком КЗИ, когда условия дренированности первого, хорошо проницаемого пласта обеспечивают отвод грунтовых вод, поступающих из покровного мелкозема, а неорошаемые земли выполняют роль дополнительного дренажа, т.е. служат очагом накопления солей. С ростом КЗИ и норм водоподачи на 1 га валовой площади увеличивается количество воды, поступающей из покровного мелкозема в водоносный пласт, что, несомненно, снижает дренирующую способность последнего, вызывает увеличение пьезометрического напора и ведет к подъему грунтовых вод. Примером могут служить земли совхоза "Пахтаарал" /6/.

Таким образом, земли первого гидрогеологического района находятся (в мелиоративном отношении) в самых тяжелых условиях. Здесь почво-грунты на всю мощность покровного мелкозема сильно засолены, грунтовые воды имеют высокую степень минерализации и залегают близко к поверхности земли, отток подземных вод практически отсутствует.

Земли второго гидрогеологического района в этом отношении находятся в более лучших условиях, хотя и здесь почво-грунты ниже уровня грунтовых вод имеют высокую степень засоления, а подземные воды не имеют обеспеченного естественного оттока. С повышением коэффициента земельного использования следует ожидать дальнейшее ухудшение мелиоративного состояния территории.

В наиболее благоприятных условиях находятся земли третьего гидрогеологического района, где почво-грунты опреснены на всю мощность покровного мелкозема. Уровень грунтовых вод залегает достаточно глубоко, а подземные воды имеют хотя и необеспеченный, отток в сторону р.Сырдарьи. Однако с увеличением КЗИ и наполнением Чардарьинского водохранилища и здесь возникает опасность реставрации засоления и ухудшения условий оттока подземных вод. Следовательно, вся территория Кировского района требует проведения мелиоративных мероприятий, повышающих ее дренированность, т.е. необходимо строительство вертикального дренажа, объем которого по отдельным районам (с учетом почвенно-мелиоративных и гидрогеологических условий) определяется ниже специальными балансовыми расчетами.

Резюмируя вышеизложенное, территорию этого района можно охарактеризовать данными табл. 5.

Таблица 5

Гидрогеолого-почвенно-мелиоративная характеристика районов

Гидрогеолого-почвенно-мелиоративная характеристика районов	Гидрогеологические районы		
	I	II	III
I	2	3	4
Валовая площадь, га	41000	24100	31370
Мощность покровных отложений, м	I5-30	25-35	I0-I5
Мощность хорошо проницаемого пласта: первого, м	I0-20	25-40	40-50
второго, м	I0-I5	20-50	-

I	2	3	4
Коэффициент фильтрации покровного мелкозема, м/сутки	0,I0-0,I2	0,II-0,I3	0,I3-0,I5
Коэффициент фильтрации хорошо проницаемого пласта, м/сутки	I5-20	20-25	25-30
Характерные фракции грунтов хорошо проницаемого пласта			
d_{10}, мм	0,07-0,09	0,I-0,I2	0,09-0,I3
d_{50}, мм	0,I5-0,I7	0,I9-0,25	0,I7-0,55
d_{60}, мм	0,I6-0,20	0,23-0,30	0,2I-0,6
Глубина залегания грунтовых вод, м	I-2,5	0,8-3,0	2,0-4,0
Степень минерализации :			
грунтовых вод, г/л	7-I4,I	3-I0	I-5
подземных вод, г/л	6-I0	4-8	2-4
Запасы солей в метровом слое	84-I46	38-92	22-52
в 3 м слое	280-470	288-262	50-288
5 м	340-675	339-458	94-420
I0 м	722-I222	722-788	202-772
I5 м	893-I838	894-I272	3I9-II20
20 м	974-2482	974-2042	404-I389
Ориентировочная глубина скважин, м	65-75	60-75	55-65
Длина фильтра, м	I5-30	20-30	30
Удельный дебит (л/сек), на I м	3-5	5-7	6-8,0
Удельный дебит, отнесенный на I м мощности хорошо проницаемого пласта	0,I5-0,I88	0,24-0,28	0,28-0,3
Ожидаемый дебит колодцев, л/сек	35-65	до I00	до I00
$\frac{K_1 \cdot T_1}{K \cdot T}$	I80	300	520

Существующий водно-солевой баланс

Для более глубокого анализа мелиоративного состояния исследуемой территории рассмотрим структуру ее водного и солевого балансов.

В соответствии с имеющейся на этой территории гидрогеографической сетью, она может быть разбита на пять балансовых участков (табл. 6).

Как следует из приведенных расчетов, базирующихся на наблюдениях 1962 г., близкого к среднемноголетнему, рассматриваемая территория характеризуется чрезвычайно малой естественной дренированностью. В результате около 80% от приходных статей водного баланса расходуется на суммарное испарение, и запасы грунтовых вод увеличиваются; на это уходит 9% от всех поступлений влаги.

По выделенным балансовым участкам естественный подземный отток и сток грунтовых вод по коллекторно-дренажной сети составляет только 7,1-16,6% от суммы воды, поступающей на эту территорию. Недостаточная дренированность приводит к постоянному вторичному засолению земель, о чем свидетельствует прогрессирующее их засоление, объясняемое неблагоприятным солевым балансом покровных мелкоземов (табл. 7).

Анализ солевого баланса показывает, что годовое накопление солей в покровных мелкоземах составляет 1,9-5,4 т/га. При этом в основном соли накапливаются в вегетационный период.

Питание подземных вод определяется фильтрационными потерями из ирригационной сети, численно равными величине испарения с поверхности грунтовых вод. Водоподача нетто, даже с учетом атмосферных осадков не превышает суммарное испарение и, следовательно, не создает промывной режим орошения.

Пагубное влияние слабой дренированности рассматриваемой территории особенно наглядно проявляется при анализе солевого режима зоны аэрации. Так, на хлопковых полях поступление солей с оросительной и грунтовой водой, расходуемой на

Таблица 6

Водный баланс Кировского и Джетысайского районов по состоянию 1962 г.

Статьи баланса, м³/га	Расчетные (балансовые) участки					По району
	I	П	Ш	Iу	у	
	Валовая площадь, га					
	30212	21049	I3420	I2667	20144	97509
	К З И					
	0,7	0,53	0,67	0,5	0,66	0,64
Приходные						
Осадки	2326[x] 800	2326 800	2326 800	2326 800	2326 800	2326 800
Фильтрация из КМК	563 364	765 494	894 588	- -	- -	465 300
Тоже из оросительной сети	3250 2330	2960 2200	3I40 2070	2820 2040	3400 2330	3I50 2230
Подано на поля	4150 3230	3550 2960	4720 3390	3420 2720	4300 3280	4050 3I40
Подземный приток с соседней территории	I56 78	-	2920 I460	- -	- -	439 220
И т о г о	I0445 6802	9601 6460	I4000 8308	8566 5760	I0026 6410	I0430 6690

оконч. табл. 6

I	2	3	4	5	6	7
Расходные						
Дренажный сток	I73 I3I	262 203	328 224	570 385	268 I90	283 203
Суммарное испарение	8889 6970	8196 6252	9080 6782	7196 5553	8207 6200	8558 6550
Подземный отток	I04 52	I43 75	2I00 I050	I99 99	298 76	978 491
Изменение запасов грунтовых вод	I290 -350	992 -77	I750 -I35	II25 -2I3	II90 -I65	I240 -2I0

ПРИМЕЧАНИЕ: х) верхняя строка - среднегодовые данные,
нижняя - на вегетационный период

Таблица 7

Солевой баланс толщи покровных мелкоземов
(существующее положение, 1962 г.).

Статьи баланса	Балансовые участки					По району
	I	II	III	IУ	У	
Приход солей, т/га						
С фильтрационной водой из КМК	0,45 0,29	0,61 0,39	0,71 0,47	-	-	0,37 0,24
То же, из оросительной сети	2,6 1,87	2,37 1,76	2,52 1,65	2,23 1,63	2,72 1,86	2,52 1,79
С водой, поданной на поля	3,35 2,60	2,85 2,37	3,77 2,70	2,74 2,18	3,42 2,63	3,24 2,52
С подземным притоком	0,20 0,20	0,22 0,11	3,86 1,93	- -	2,02 1,01	1,18 0,59
И т о г о	6,6 4,86	6,05 4,63	10,48 6,75	5,95 4,3	8,16 5,5	7,31 5,14
Вынос солей, т/га:						
В дренажную сеть	1,06 0,76	1,64 1,15	0,97 0,56	2,49 1,35	0,88 0,5	1,33 0,83
Подземными водами в Сырдарью, Арнасай, Кызылкумы и нижерасположенные участки внутри района	0,14 0,07	1,54 0,77	4,52 2,26	1,52 0,76	4,3 2,15	2,08 1,04
И т о г о	1,20 0,83	3,18 1,92	5,49 2,83	4,01 2,11	5,18 2,65	3,41 1,87
Разность между поступлением и выносом солей	5,4 4,03	2,87 2,71	5,37 3,92	1,94 2,19	2,98 2,85	3,90 3,27

испарение в год составляет 8-17 тыс.м^3/га, а рассоляющий расход, образуемый за счет превышения поступления воды сверху над суммарным испарением и наблюдаемый только в невегетационный период, составляет лишь 250-1000 м^3/га. Если принять даже, что каждые 1000 м^3 воды выносят из зоны аэрации 10 т солей, что отмечалось нами в совхозе "Пахтаарал" на среднезасоленных землях, то ежегодное накопление их составит 2,8-5,4 т/га.

В современных условиях при КЗИ = 0,64 имеется около 18 тыс. га переложных и залежных земель, выполняющих функции сухого дренажа. На этих землях наблюдается круглогодичное засоление зоны аэрации, которое в среднем по массиву составляет 23,1, а по балансовым участкам изменяется 21,4-27,1 т/га в год. Поэтому освоение переложных и залежных земель здесь должно быть связано с комплексом мелиоративных работ по их рассолению.

Определяемое расчетами накопление солей в зоне аэрации подтверждается и натурными наблюдениями, проведенными на этой территории в совхозе "Пахтаарал".

В настоящее время более 2/3 массива характеризуются средним засолением, а на остальной площади содержание солей уже превышает допустимую норму. Ввиду этого необходимо принять самые решительные меры по борьбе с засолением.

Наблюдаемое сейчас вторичное засоление происходит из-за того, что повсеместно суммарное испарение значительно превышает водоподачу нетто и атмосферные осадки. В данных условиях для создания благоприятного солевого режима почв можно было бы увеличить водоподачу или же путем снижения уровня грунтовых вод в сочетании с агротехническими мероприятиями уменьшить суммарное испарение. Но при отсутствии достаточной дренированности рост подачи приведет только к более интенсивному испарению и заболачиванию территории. Поэтому на этих землях мелиорации должны базироваться прежде всего на создании дренированности, обеспечивающей быстрое опреснение

всей зоны аэрации, при специально подобранном для этой цели режиме орошения и сохранении в дальнейшем полученного благоприятного солевого режима почв.

Проектный водно-солевой баланс

В настоящей работе нами рассматривается мелиорация Кировского и Джетысайского районов на базе вертикального дренажа, который может чрезвычайно активно влиять на режим грунтовых вод, понижая их на любую заданную глубину.

Однако мы полагаем, наиболее целесообразным в течение всего вегетационного периода удерживать уровень грунтовых вод на глубине 2,5-3,0 м. Это позволит в вегетационный период ограничиться водоподачей в 5300-5600 $м^3$/га (нетто) и уменьшить величину суммарного испарения по крайней мере на 1000 $м^3$/га.

Наблюдения показывают, что все земли рассматриваемого района в той или иной степени засолены. В силу этого работу дренажа следует планировать в два периода: мелиоративный, в течение которого с помощью промывки проводится полное рассоление зоны аэрации, и эксплуатационный. В эксплуатационный период поддерживается достигнутое опреснение корнеобитаемой зоны и продолжается дальнейшее рассоление покровных мелкоземов.

В мелиоративный период, в ноябре-декабре, можно ежегодно проводить небольшие промывки нормой 2500-3000 $м^3$/га, которые будут систематически выносить легкорастворимые соли из зоны аэрации в глубь покровных мелкоземов, и оттуда они постепенно будут выноситься фильтрационными потоками в подстилающий пласт. В дальнейшем эти соли будут отводиться вертикальным дренажом за пределы рассматриваемого района. Указанная промывная норма позволит ежегодно за невегетационный период отводить из зоны аэрации 22-29 т/га солей, например с хлопкового массива (табл. 8), а в целом из всей толщи покровных мелкоземов намечаются еще большие скорости рассоления (табл. 9).

Таблица 8

Вертикальный солевой баланс зоны аэрации на орошаемом хлопковом поле в мелиоративный период

Статьи баланса	Номер участка									
	I		II		III		IУ		У	
	За год	Вегетац.	За год	Вегетац.	За год	Вегетац.	За год	Вегетац.	За год	Вегетац.
Подача воды на поле, $м^3/га$	8980	6100	8980	6100	8980	6100	8980	6100	8980	6100
Поступление солей, т/га	7,12	4,88	7,12	4,88	7,12	4,88	7,12	4,88	7,12	4,88
Промывной расход, $м^3/га$	4380	330	4380	330	4380	330	4380	330	4380	330
Вынос солей, т/га	30,6	2,3	34,0	2,6	30,6	2,3	26,3	2,0	30,6	2,3
Солевой баланс, т/га	-23,48	2,58	-26,88	2,88	-23,48	2,58	-23,48	2,58	-19,18	2,88

Таблица 9

Суммарный солевой баланс для проектных условий (мелиоративный период)

Статьи баланса	Балансовые участки					По району
	I	II	III	IУ	У	
Приход солей, т/га						
С фильтрационной водой из КМК (0,8 г/л)	0,47 0,30	0,66 0,42	0,77 0,49	-	-	0,39 0,25
То же, из оросительной сети (с учетом работы вертикального дренажа)	3,38 2,26	3,53 2,46	3,12 2,10	3,19 2,13	4,20 2,88	3,52 2,38
С водой, поданной на поля (с учетом работы вертикального дренажа)	6,0 4,20	5,6 4,05	6,10 4,4	6,06 3,98	5,90 4,22	5,92 4,15
С подземным притоком (1,32 г/л)	0,20 0,10	0,416 0,012	3,86 1,93	0,98 0,49	2,02 1,01	1,18 0,59
И т о г о	10,05 6,86	10,01 7,05	13,85 8,92	10,23 6,60	12,12 8,11	11,10 7,40
Вынос солей, т/га						
Подземными водами в Арнасай, Кызылкумы, Сырдарью и на нижераспо"оженные участки (5,6, 2,28 и 1,32 г/л)	0,14 0,07	1,54 0,77	4,52 2,26	1,52 0,76	4,3 2,15	2,08 1,04
Вертикальным дренажем (5 г/л)	34,8 15,20	33,20 15,60	35,20 16,10	32,10 11,70	34,4 16,5	34,10 15,30
И т о г о	34,94 15,27	34,74 16,37	39,72 18,36	33,62 12,46	38,7 18,65	36,18 16,34
Разность между приходом и выносом солей	-24,89 -8,41	-24,75 -9,32	-25,87 -9,44	-23,39 -5,86	26,58 10,54	25,08 8,97

В связи с зимними промывками и обильным выпадением осадков в этот период нами допускается даже большой подъем грунтовых вод. В декабре-январе они могут подняться до 0,5-1,0 м к поверхности земли. На наш взгляд, это не может привести к каким-либо нежелательным последствиям, так как в этот период испарение очень небольшое и, что самое главное, испаряться будет пресная оросительная вода.

С января по апрель уровень грунтовых вод должен понизиться не менее, чем до 2 м, а к концу мая - до 3 м. При этих условиях в невегетационный период суммарная водоподача на орошаемые массивы и атмосферные осадки оказывается на 2-4 тыс.$м^3$/га больше, чем испарение и транспирация. Это, как было показано выше, позволяет к началу вегетации промыть зону аэрации, вытеснив из нее легкорастворимые соли.

С другой стороны, расчеты солевого баланса для зоны аэрации орошаемых массивов показывают, что если в вегетационный период ограничиться оросительной нормой для хлопчатника 5300 $м^3$/га и трав - 6600 $м^3$/га, определяемых только биологическими потребностями растений, то даже при удержании грунтовых вод на глубине 3 м от поверхности земли, за летний период окажутся подтянутыми на хлопковом поле 9 т/га и травяном - 7,5 т/га солей. Следовательно, в этом случае ежегодно зона аэрации будет пополняться солями на 14 и 13 т/га соответственно на полях, занятых хлопчатником и травами.

Ввиду указанного обстоятельства следует запланировать дополнительную подачу оросительной воды в количестве 15% от водозабора нетто, потребного для нормального развития сельскохозяйственных растений на рассматриваемой территории. Только в этом случае подтяжка солей в зону аэрации в вегетационный период сведется до минимума, а в целом для года солевой баланс станет отрицательным. При этом вынос солей из зоны аэрации за год на хлопковом поле составит 19-29 т/га, травяном - 2,5-5,9 .

Таким образом, только при увеличении оросительной нормы на 15%, мы добьемся промывного режима орошения. Полученный при указанной оросительной норме проектный водный баланс представлен в табл. 10.

Как следует из водного баланса, для определения промывного режима орошения, водозабор брутто по балансовым участкам должен составлять 11,5-12,5 тыс.м^3/га в год или 36,52 т^3/сек в целом на весь район, при к.п.д. межхозяйственной и внутрихозяйственной систем, равном 0,60-0,62. Если учесть, что подземный приток в рассматриваемом районе сравнительно маленькая величина - в среднем 850 м^3/га, а осадков в расчетном 1962 г. выпало всего около 2400 м^3/га, то в проектном водном балансе для метеорологических условий, аналогичных рассматриваемому году, сумма всех приходных статей должна составлять по участкам 14,6-17,8 тыс.м^3/га, а в среднем по району 15,5 тыс.м^3/га.

Из указанного количества воды в проектных условиях на суммарное испарение будет тратиться 7,8 тыс.м^3/га. Поэтому, при наличии небольшого естественного оттока - около 1000 м^3/га, который сохранится и при работе вертикального дренажа, на долю последнего приходится 6,4-7,1 тыс.м^3/га в год.

Таким образом, для осуществления проектного мелиоративного режима, вертикальным дренажом по участку I за год должно отводиться 6925 м^3/га воды; по участку II - 6643; III - 7104; IУ - 6412; У - 6884 м в среднем с массива - 6800 м^3/га.

Проектируя систему вертикального дренажа, который отводил бы указанный объем воды, мы пришли к решению, что эксплуатировать систему круглый год с перерывом нужно лишь на профилактические и капитальные ремонты. Только в этом случае будут сведены к минимуму капитальные затраты. Исходя из этого, принимаем, что система будет работать 11 месяцев в году, а если работу сократить хотя бы до 10 месяцев, мощность ее потребуется увеличить на 10%.

Таблица 10

Водный баланс для проектных условий (мелиоративный период)

Статьи баланса, $м^3/га$	Балансовые участки					Среднее по району
	I	II	III	IУ	У	
Приходные						
Осадки	2390 590	2390 590	2390 590	2390 590	2390 590	2390 590
Фильтрация из КМК	595 375	820 520	960 610	- -	- -	495 315
То же из оросительной сети (с учетом ее увеличения при работе вертикального дренажа)	4118 2827	4422 3091	3894 2629	3971 2662	5258 3619	4389 2992
Подано воды на поля (с учетом работы вертикального дренажа)	7475 5210	7050 5060	7600 5380	7530 4939	7394 5282	7394 5186
Подземный приток с соседней территории и вышерасположенных участков внутри района	156 78	150 75	2920 1460	744 372	1540 770	889 445
И т о г о	14829 9080	14832 9336	17764 10669	14635 8563	16582 10262	15557 9528
Расходные:						
Суммарное испарение	7800 6000	7800 6000	7800 6000	7800 6000	7800 6000	7800 6000
Отток подземных вод в Арнасай, Кызылкумы, Сырдарью и на нижерасположенные участки	104 52	389 195	2860 1430	423 211	1898 949	957 479
Отвод вертикальным дренажом	6925 3028	6643 3141	7104 3239	6412 2312	6884 3312	6800 3049
И т о г о	14829 9080	14830 9336	17764 10669	14635 8563	16582 10262	15557 9527

Балансовые расчеты показывают, что при работе системы II месяцев в году, отводящей объемы воды, указанные в табл. 9, максимальные отклонения уровня грунтовых вод от проектной 3-метровой глубины не будут превышать 0,4-0,5 м, да и то в невегетационный период. Как было указано, такие отклонения не повлияют на мелиоративное состояние рассматриваемой территории.

Исходя из проектного темпа рассоления (табл. 8) зоны аэрации и исходного засоления в 3-метровой толще почвогрунтов (табл. 3), нами определена продолжительность мелиоративного периода по выделенным балансовым участкам (табл. II).

Расчет произведен для массивов, занятых под посевами хлопчатника.

По мере опреснения зоны аэрации оросительные нормы и, следовательно, система вертикального дренажа на опресненных массивах должны переводиться на эксплуатационный режим работы.

Расчеты (табл. 12) показывают, что в эксплуатационный период оросительная норма может быть уменьшена на 1500 $м^3$/га, из которых 1000 $м^3$/га приходится на невегетационный период, т.е. при нормальной работе дренажа в этот период потребность в зимних промывках отпадает. Необходимо будет ежегодно проводить только весенние влагозарядковые поливы нормами 1800 $м^3$/га на хлопковых полях и 1800 $м^3$/га перед посевами трав.

Оросительная норма в вегетационный период при этом для хлопка должна быть около 5600 $м^3$/га, а трав 7000 $м^3$/га. При сохранении уровня грунтовых вод на прежней глубине и в эксплуатационный период получим проектный водный баланс для указанного периода (табл. 12).

Как следует из данных табл. 12, оросительная норма в эксплуатационный период в среднем по балансовым участкам составит 6400-6500 $м^3$/га при водозаборе 10-10,9 тыс.$м^3$/га. При этом дренажем придется отводить уже 4872-5561 $м^3$/га в

Таблица II

Продолжительность мелиоративного периода в зависимости от зоны засоления

Зоны засоления	Балансовые участки					
	I		II		III	
	Площадь, га	Продолжительность, годы	Площадь, га	Продолжительность, годы	Площадь, га	Продолжительность, годы
I	–	–	–	–	12330	1,0-2,0
II	7800	4,0	18250	4,0	–	–
III	–	–	–	–	–	–
IУ	22410	7,0	2800	7,0	1090	7,0
Итого	30210	4,0-7,0	21050	4,0-7,0	13420	2,0-7,0

Балансовые участки					
IУ		У		Итого	
Площадь, га	Продолжительность, годы	Площадь, га	Продолжительность, годы	Площадь, га	Продолжительность, годы
–	–	17280	1,0-2,0	29640	1,0-2,0
6350	4,0	700	5,0	88100	4,0-5,0
6340	5,0	2160	6,0	8500	5,0-6,0
–	–	–	–	2130	7,0
12690	4,0-5,0	20140	2,0-6,0	97510	2,0-7,0

Таблица I2

Водный баланс для проектных условий (эксплуатационный период)

Статьи баланса, $м^3$/га	Балансовые участки					По району
	I	П	Ш	IУ	У	
Приходные						
Осадки	2390 590	2390 590	2390 590	2390 590	2390 590	2390 590
Фильтрация из КМК	595 375	820 520	960 610	- -	- -	495 315
Тоже из оросительной сети (с учетом ее увеличения при работе вертикального дренажа)	3740 2640	3916 2728	3476 2387	3756 2438	4810 3187	3944 2696
Подано воды на поля (с учетом работы вертикального дренажа)	6428 4968	6109 4749	6475 4565	6205 4565	6390 4830	6330 4830
Подземный приток с соседней территории и вышерасположенных участков внутри района	156 78	150 75	2920 1460	744 372	1540 770	899 443
И т о г о	13309 8650	13385 8662	16221 9912	13095 7965	15130 9877	14000 8850
Расходные:						
Суммарное испарение	7800 6000	7800 6000	7800 6000	7800 6000	7800 6000	7800 6000
Отток подземных вод в Арнасай, Кызылкумы, Сырдарью и на нижерасположенные участки	150 75	389 195	2860 1430	423 211	1898 949	956 478
Отвод вертикальным дренажом	5359 2575	5196 2467	5561 2482	4872 1754	5432 2428	5284 2388
И т о г о	13309 8650	13385 8662	16221 9912	13095 7965	15130 9753	14000 8850

год (табл. I2), и поэтому годовой период работы системы можно будет сократить до 8,5-9 месяцев - с января по сентябрь.

Полагая, что в эксплуатационный период земли будут опреснены и на вынос каждой тонны солей потребуется даже 200-300 $м^3$ воды, темп рассоления почво-грунтов зоны аэрации уменьшится до I2,50-I4,II т/га (табл. I3).

Суммарный дебит системы, производительность отдельных скважин и необходимое их число

Из проектного водного баланса нами установлено количество воды, которое необходимо отвести из покровных мелкоземов. Добавив к нему приток по каптируемому пласту, определяемый по карте изопьез для проектного положения пьезометрического напора, сниженного по сравнению с существующим на 0,7-0,9 м, находим суммарный дебит системы для каждого из балансовых участков (табл. I4)

Для числа скважин, с помощью которых можно получать расчетные суммарные дебиты, вычислим производительность их в каждом из трех гидрогеологических районов.

В первом и втором исследуемых районах скважины должны быть по условиям литологического строения совершенными, и поэтому дебит их определяется следующей формулой / I / :

$$q = \frac{2,73\,KT}{\lg \frac{1,12}{\omega r_0}}; \qquad (I)$$

где

K и T - соответственно коэффициент фильтрации и мощность каптируемого пласта,

$$\omega = \sqrt{\frac{\lambda}{KTm}};$$

$\lambda_{нт}$ - коэффициент фильтрации и мощность слабопроницаемой прослойки грунта, отделяющей первый,

Таблица 13

Суммарный солевой баланс для проектных условий (эксплуатационный период)

Статьи баланса	Балансовые участки					По району
	I	II	III	IУ	У	
Приход солей, т/га						
С фильтрационной водой из КМК (0,8 г/л)	0,47 0,30	0,66 0,42	0,78 0,49	-	-	0,38 0,25
Тоже из оросительной сети	3,0 2,I5	3,I4 2,I8	2,79 I,92	3,90 2,58	3,65 I,96	3,I5 2,I5
С водой, поданной на поля	5,I4 3,98	4,68 3,80	6,46 5,I7	4,96 3,66	5,II 3,87	5,06 3,86
С подземным притоком (I,32 г/л)	0,26 0,I3	0,20 0,I0	3,78 I,89	0,99 0,49	2,02 I,0I	I,09 0,55
И т о г о	8,88 6,56	8,88 6,50	I2,50 8,I6	9,I0 6,20	I0,78 7,30	9,75 6,85
Вынос солей, т/га:						
Подземными водами в Арнасай, Кызылкумы, Сырдарью и на нижерасположенные участки (5,6, 2,3 и I,32 г/л)	0,I4 0,07	I,54 0,77	4,52 2,26	I,52 0,76	3,9I I,96	2,0 I,0
Вертикальным дренажом (4,0 г/л)	2I,70 I0,40	2I,00 I0,00	22,00 I0,00	20,I0 7,4	20,06 9,0	2I,I0 9,50
И т о г о	2I,84 I0,47	22,54 I0,77	26,52 I2,26	2I,62 8,I6	24,89 II,I5	23,I8 I0,54
Разность между приходом и выносом солей	-I2,96 - 3,9I	-I3,66 -4,27	-I4,02 -4,I0	-I2,52 -I,96	-I4,II -3,85	-I3,43 -3,69

Таблица 14

Суммарный дебит системы, $м^3/сек$

Показатели / Периоды:	Дренажные участки											
	I		II		III		IУ		У		Всего	
	мел.	экс.	мел.	экс.	мел.	экс.	мел.	экс.	мел.	экс.	мел.	экс.
Фильтрация сверху	6,58	5,I3	4,6I	3,65	2,99	2,34	2,47	I,90	4,63	3,56	2I,28	I6,58
Разность между притоком и оттоком по пласту	+0,04		-0,I5		+0,02		+0,I3		-0,24		-0,20	
И т о г о	6,62	5,I7	4,46	3,50	3,0I	2,36	2,60	2,03	4,39	3,32	2I,08	I6,38

ПРИМЕЧАНИЕ : мел - мелиоративный период,
экс - эксплуатационный.

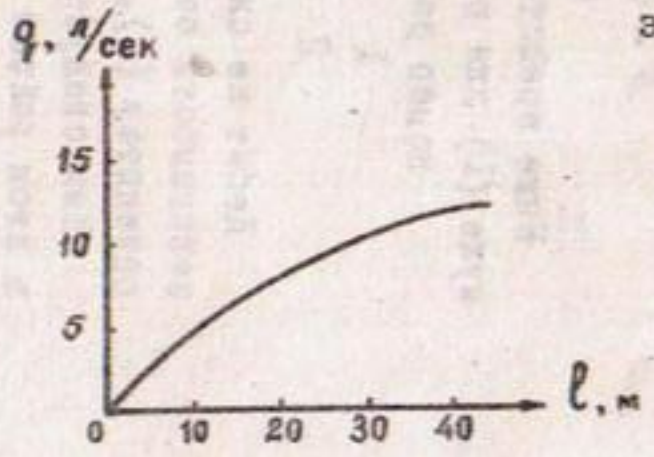


Рис.7. Зависимость удельного дебита от длины фильтра.

хорошо проницаемый пласт от нижележащих водоносных горизонтов,

r_0 - радиус скважины, принимаемый нами равным 0,5.

В третьем гидрогеологическом районе хорошая проницаемость каптируемого горизонта сочетается с большой его мощностью - 40-50 м. Поэтому здесь можно было бы получить из каждой скважины по 150-200 л/сек при понижениях 10-15 м.

Однако из существующих марок насосов наиболее надежным и экономичным нам представляется насос ЭЦНВ-12-255-30. В связи с этим у нас нет необходимости строить скважины с фильтрами длиной 40-50 м. В соответствии с производительностью выбранного насоса скважины в третьем гидрогеологическом районе можно строить несовершенными и удельный дебит определять по формуле М.Маскета / 2 / :

$$q = \frac{2{,}73\,KT}{\frac{1}{2\alpha}\left(2\lg\frac{4T}{r_0} - A\right)\lg\frac{4T}{R}}; \qquad (2)$$

Здесь:

$\alpha = \frac{l}{T}$;

l - длина фильтра,

R - радиус влияния скважины,

A - функция, зависящая от и определяемая по специальному графику.

Ниже представлен удельный дебит, подсчитанный по формуле (I) для первых двух гидрогеологических районов:

номер района	q_{min}	q_{max}	$q_{ср}$
I	1,58	3,82	2,56
II	4,75	9,1	6,88

Дебит же скважин третьего гидрогеологического района в зависимости от глубины вскрытия пласта , вычисленный по равенству (2), показан на рис. 7.

Как следует из приведенной зависимости, дебит скважины в этом районе растет довольно быстро с увеличением длины фильтра до 20 м. Затем приращение дебита с увеличением $l_ф$ уже уменьшается. Если мы ограничим длину фильтра 25-30 м,

то удельный дебит скважины будет равен 9-II л/сек, что позволит с небольшими понижениями (8-I0 м) отбирать из каждой скважины по 80 л/сек. В то же время в случае получения в дальнейшем более мощных насосов, эти скважины будут способны дать по I50 л/сек, правда, при этом придется увеличить высоту подъема воды до I6-20 м.

Исходя из выведенных удельных дебитов и возможностей выбранного насоса, дебит скважины в первом районе будет равен 55 л/сек при понижении 2I-22 м, а во втором и третьем - 75-80 л/сек при понижениях соответственно I0-I2 и 8-I0 м, что подтверждается данными, полученными в совхозе 20 и в районе Чардаринского водохранилища.

Дебит в 55 л/сек для первого района является оптимальным, так как при увеличении здесь высоты подъема воды, например, до 35 м, насос должен создать напор в 42-43 м (7-8 м - потери напора на трение), а при таком напоре ЭЦНВ-I2-255-30 может дать только около 60 л/сек.

Таким образом, для получения проектной мелиоративной обстановки в пределах выделенных балансовых участков необходимо в мелиоративный период 329, а эксплуатационный - 259 скважин (табл. I5).

Рассмотрим теперь интенсивность дренирования в зоне действия скважин в каждом гидрогеологическом районе, для решения вопроса о кустовом размещении их. Для этого построим депрессионные кривые по формуле / 3 /:

$$\Delta h = \frac{\mathcal{E}}{2KT}\left(R^2 \ln\frac{r}{r_0} - \frac{r^2}{2}\right); \qquad (4)$$

где

Δh - превышение пьезометрического напора на расстоянии от скважины над динамическим уровнем в ней,

$\mathcal{E}$ - проектная дренированность рассматриваемого района,

R - проектный радиус площади, обслуживаемой одной скважиной.

Таблица 15

Количество скважин по балансовым участкам

Расчетные параметры скважин	Балансовые участки								
	I	II		III		IУ		У	Итого
	Гидрогеологические районы								
	I	I	2	2	3	2	3	3	
Дебит, л/сек	55	55	75	75	75-80	75	75-80	75-80	-
Понижение, м	21-22	21-22	10-12	10-12	8-10	10-12	8-10	8-10	-
Количество скважин в мелиоративный период	121	42	31	21	20	18	11	65	329
То же, в эксплуатационный период	94	33	25	17	16	16	10	48	259



Рис.8. Кривые депрессии эксплуатационных скважин:
——— первый гидрогеологический район;
- - - второй;
-.-.- третий.

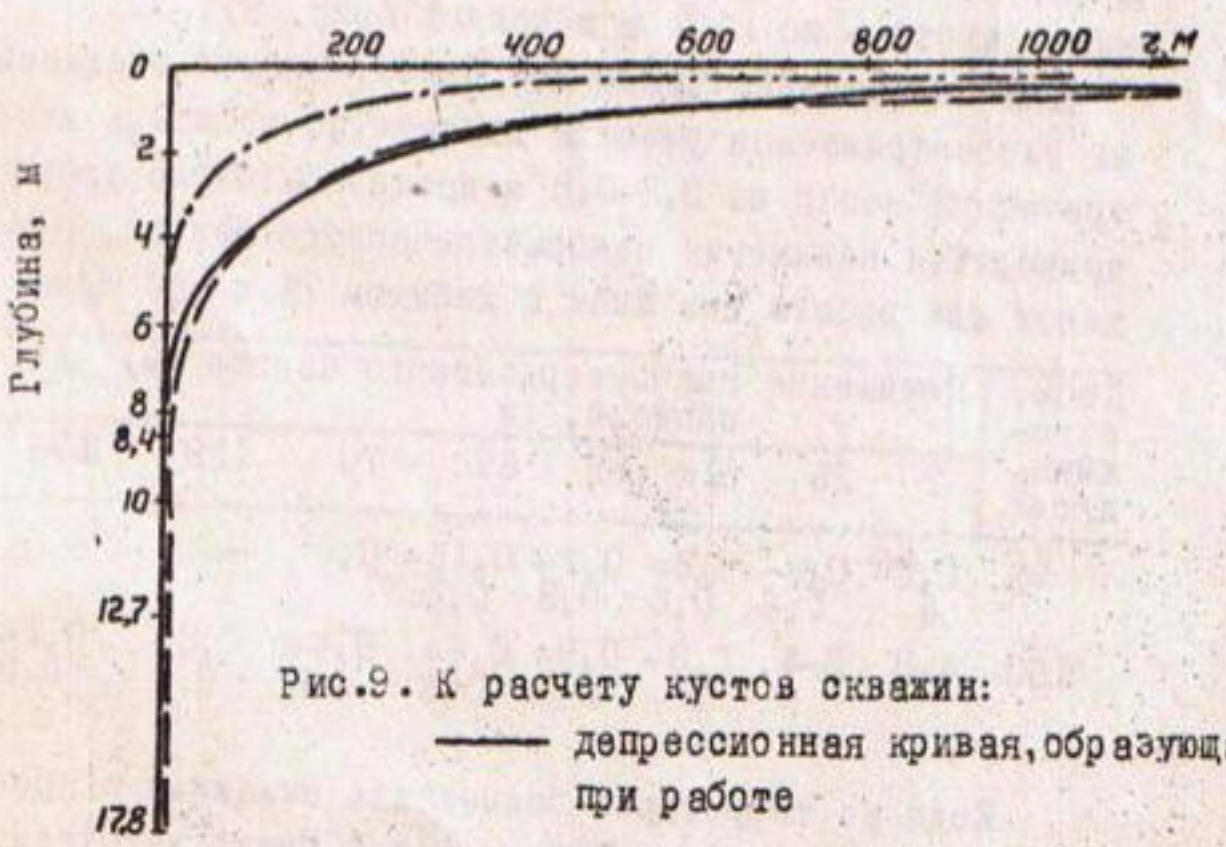


Рис.9. К расчету кустов скважин:
——— депрессионная кривая, образующаяся при работе

По равенству (4) для трех гидрогеологических районов построены депрессионные кривые, образующиеся при работе скважин (рис. 8).

Как видно из приведенных кривых, неравномерность дренирования площади в первом гидрогеологическом районе более отчетливая, а в третьем - слабая. В связи с этим более реально рассматривать вопрос о возможности кустования скважин только в третьем гидрогеологическом районе.

На рис. 9 показана депрессионная кривая, образующаяся в третьем районе при сближении двух скважин на расстоянии до 100 м, и аналогичная кривая, возникающая при работе одной скважины, дающей такой же расход, как указанный куст из двух скважин.

Отсюда следует, что если довести дебит скважины до 150 л/сек, то мелиоративный эффект от нее будет почти таким же, как от куста из двух скважин, дающих дебит 75 л/сек; при этом понижение динамического уровня в одиночной скважине должно быть доведено до 17,8 м, а скважинах куста - до 12,7 м в каждой (рис. 9).

Для обеспечения проектной мелиоративной обстановки на рассматриваемом участке достаточно понизить пьезометрический напор на 0,2-0,3 м против бытового уровня. Ниже приводятся понижения пьезометрического напора, образующиеся при работе скважины с дебитом 75 и 150 л/сек:

Дебит скважины, л/сек	Понижение пьезометрического напора (м) на площади, га							
	3	25	51	99	67	70	129	176
75	1,6-4	0,6-1,6	0,3-0,6	0,2-0,3	0,15-0,2	0,1	-	-
150	4-3	2-4	1,3-2	0,8-1,3	0,6-0,8	0,4-0,6	0,3-0,4	0,1-0,3

Если на территории разместить скважины с проектными дебитами по 75 л/сек, 70% площадей будут находиться в наиболее благоприятных условиях (понижение пьезометрического напора 0,15-0,6 м), 10% сильно дренированными и 20% - недостаточно дренированными.

При объединении скважин в кусты или увеличении их дебита до 150 л/сек в наиболее благоприятных условиях окажется 50-60% территории. Но при этом в сильно дренированную зону попадает 35-40% площадей, на которых потребуется увеличение оросительных норм по сравнению с проектными; в конечном счете это приведет к снижению мощности запроектированного дренажа.

Причем, неравномерное понижение уровня грунтовых вод потребует применения различных агротехнических мер на площади, обслуживаемой одной скважиной, что осложнит организацию производства работ. В связи с этим, скважины на территории располагаются равномерно, с учетом гидрогеологических и почвенно-мелиоративных условий.

Как было отмечено выше, в мелиоративный период мы рекомендуем создавать лугово-сероземный процесс почвообразования с постепенным опреснением активной зоны на глубину до 3-4 м. После опреснения почво-грунтов до 3 м можно переходить на эксплуатационный режим работы системы. В дальнейшем в период нормальной эксплуатации скважин желательно перестроить режим орошения, ориентируясь на создание лугового процесса почвообразования.

Технические параметры скважин

Скважину необходимо рассматривать, как гидротехническое, водозаборное подземное сооружение, состоящее из водоприемника (фильтра), работающего в контакте с грунтом, водоносного пласта, при помощи которого производится отбор воды, фильтрового каркаса, по которому транспортируется вода, поступившая через водоприемник, и насосно-силового оборудования, при помощи которого осуществляется подъем воды на поверхность земли.

Главное требование, предъявляемое к фильтрам - обеспечение максимального водозабора при минимальном понижении воды, а также долголетней работы скважин при высоком к.п.д.

насосных установок. Этим требованиям лучше всего отвечает гравийная обсыпка, так как блочные пористые фильтры, изготовляемые из различных материалов, имеют ряд недостатков; основные из них - быстрая закупорка и зарастание пор, а также большая потеря напора в фильтрах. Это подтверждается данными, полученными на опытно-производственном участке вблизи г.Ашхабада.

На двух скважинах из восьми, оборудованных керамическим блочным фильтром, в начальный период получен удельный дебит 0,5-0,8 л/сек на I м понижения, а через 5 дней величина удельного дебита снизилась до 0,I-0,3 л/сек. В скважинах, оборудованных гравийными фильтрами, в тех же условиях удельный дебит составлял в начале строительной откачки 2,5-3,0 л/сек, а в конце - 3,5-6,0 л/сек.

В связи с этим для гидрогеологических условий северо-западной части рекомендуется гравийный фильтр с рыхлой обсыпкой, который создается бурением скважин большого диаметра / 9 /.

Причем для скважин, закладываемых в первом и втором гидрогеологических районах, где каптируемый пласт представлен тонко- и мелкозернистыми песками, рекомендуется использовать в качестве фильтра гравий размером фракций от 2 до15 мм, а для третьего района - от 2 до 20 мм. При этом в составе гравийного материала более 50% должны составлять частицы крупностью 2-7 мм. Средний диаметр фракций гравийной обсыпки, определенный исходя из условий

$D_{50} = 30 d_{50}$ (где d_{50} - средний диаметр частиц грунта водоносного пласта) для первого района равен 4,5-5,I мм, для второго и третьего - соответственно 5,I-5,8 и 5,8-I0,I мм.

Диаметр фильтрового каркаса, вычисленный исходя из условий обеспечения свободного монтажа и демонтажа насосно-силового оборудования и свободного размещения приборов автоматики, а также из условий сохранения линейного закона потока в прифильтровой зоне, составляет 450-550 мм.

Диаметр скважины (толщина гравийной обсыпки), при котором предотвращается длительное пескование и обрушение устья скважин, при выбранном составе гравия, устанавливается по формуле

$$D_{скв} = \frac{Q}{\lambda K_{ф} \ell_{ф}} \left(\frac{D_{50}}{d_{50}}\right)^2; \qquad (5)$$

где λ - коэффициент, зависящий от длины фильтра, величина которого изменяется в пределах 6750-I2500 /7/.

Для первого гидрогеологического района принимаем λ = 9000, для второго и третьего - λ = 8000.

Объем гравия, необходимый для засыпки в затрубное пространство с учетом уплотнения обсыпки и дополнительного погружения гравия в забой в процессе проведения строительных откачек, определяется по условию / 9 /

$$V = 0{,}785K(D^2_{скв} - d^2_{скв})H; \qquad (6)$$

Здесь

H - глубина скважин, м

$$K = e^{0{,}009 \frac{D_{скв}}{d_{50}}}$$

при соотношении $\frac{D_{50}}{d_{50}}$ = 30, K = I,25.

Формирование фильтров должно завершаться при достижении максимального дебита скважин, величина которого назначается на I5-20% больше эксплуатационного дебита, установленного по расчету. Тогда максимальный расход откачек ($_{макс}$) для первого района составит 67 л/сек, для второго - 85, третьего - 90.

Получение максимального дебита - обязательное условие для строительства скважин, так как только в этом случае формируется устойчивый фильтр, при котором предотвращается пескование.

Продолжительность строительной откачки зависит от многих факторов: гранулометрического состава грунта каптируемого пласта и гравийной обсыпки, способа производства работ,

дебита скважин. Она определяется по формуле / 9 /

$$T_0 = \frac{2}{3} \frac{D_{50}}{d_{50}} K \lg \sqrt{Q_{л/сек}} \; ; \qquad (9)$$

где K - коэффициент, зависящий от толщины обсыпки.

К может быть определен из условия

$$K = \frac{0{,}58 - t}{0{,}59}$$

(t - толщина обсыпки)

Результаты расчета конструктивных параметров водоприемной части скважин приводятся в табл. I6.

Таблица I6

Основные параметры скважин вертикального дренажа Кировского и Джетысайского районов

Параметры скважин	Гидрогеологические районы		
	I	П	Ш
Дебит , л/сек	55	70	75
Длина фильтра, м	25	25	30
Расчетный диаметр фильтрового каркаса, м			
Рекомендуемый диаметр,мм	426	426	426
Размеры отверстий, мм	4x250	4,5x250	(4,5-7,5) x 250
Размеры гравийной обсыпки, мм	4,5-5,I	5,I-5,8	5,I-5,8
Скважность фильтрового каркаса, %	20	20	20
Расчетный диаметр скважины, мм	I090	II80	880
Рекомендуемый диаметр, мм	I000	I000	900
Глубина скважины, м	55-70	55-65	55-65
Объем гравия, необходимый для формирования фильтра, куб.м	68-86	68-80	6I-74
Продолжительность строительной откачки, сутки	8	9	I0

Литература

1. Васильев В.А., Решеткина Н.М. Расчет колодцев вертикального дренажа. ДАН УзССР, 2, 1958.
2. Маскет М. Течение однородных жидкостей в пористой среде. Гостоптехиздат, 1949.
3. Усенко В.С. Неустановившийся приток грунтовых вод к скважинам при наличии инфильтрации с поверхности земли. Моск. и-т инж.водн.хоз-ва им.В.Р.Вильямса, т.XXП, 1960.
4. Решеткина Н.М. Гидрогеологические основы проектирования вертикального дренажа в Голодной степи. Изд-во АН УзССР, Ташкент, 1960.
5. Решеткина Н.М., Якубов Х.И., Барон В.А. Строительство вертикального дренажа в совхозе "Пахтаарал". "Хлопководство", № 5, 1962.
6. Решеткина Н.М., Якубов Х.И., Барон В.А. Перспективы применения вертикального дренажа в Голодной степи. "Сельское хозяйство Узбекистана", № 6, 1962.
7. Якубов Х.И., Барон В.А. Из опыта строительства скважин вертикального дренажа в Голодной степи. "Вопросы гидротехники", вып. 17, Ташкент, 1964.
8. Розанов А.Н., Лебедев Ю.П. Влияние орошения на глубину, засоление, химический состав грунтовых вод. Сб. Почвы Голодной степи, как объект орошения и мелиорации. Изд-во АН СССР, 1958.
9. Якубов Х.И. Производство работ по строительству скважин вертикального дренажа. "Вопросы гидротехники", вып.29, 1965.

Р Е Ф Е Р А Т Ы

статей к выпуску 112 трудов САНИИРИ

1967 год

УДК 626.86

Пулатов У.Д.

Труды САНИИРИ, вып.112, 1967

Излагаются результаты исследований по уплотнению грунта в траншеях закрытых горизонтальных дрен укаткой, трамбованием и замочкой.

Предлагается способ уплотнения обратной засыпки в траншеях дрен комбинированной замочкой, исследованный и апробированный САНИИРИ в производственных условиях Голодной степи.

Сущность способа: вода вначале подается в засыпанную грунтом траншею только снизу, через трубчатую линию. С заполнением нижней части траншеи (до поднятия уровня воды на 0,3-0,4 м выше поверхности фильтровой обсыпки) начинается подача воды в траншею и сверху. При этом расход, подаваемый снизу, удерживается таким, чтобы уровень на дне траншеи не падал ниже первоначального. Созданная таким путем водяная подушка предохраняет дренажную линию от разрушения и заиления мутным потоком, образованным водой, подающейся сверху.

Количество воды для замочки пог.м. траншеи длиной 0,6 м и глубиной 3 м в зависимости от влажности грунта, длины дрены и подаваемого расхода составляет 2-3 $м^3$. Стоимость уплотнения колеблется в пределах 16-22 коп. за 1 пог.м.

УДК 628.967

Влияние орошения на мелиоративное состояние земель совхоза № 6 Голодной степи.
Лазеридис В.Д.

Труды САНИИРИ, вып.112, 1967

В связи с орошением земель новой юго-восточной зоны

Голодной степи при необеспеченной естественной и искусственной дренированности нарушается водно-солевой баланс почвогрунтов, так как происходит подъем уровня сильноминерализованных грунтовых вод, вызывая явление вторичного засоления освоенных слабоокультивированных земель, вследствие чего они выходят из с/х оборота. Так, в 1963 г. выпало из сельхозоборота 1000 га, в 1964 - 1883, и 1965 - 2833.

Причина подъема грунтовых вод - большие оросительные нормы, достигающие 11-12 тыс.м^3/га. Заложенные нами в 1964 г. шурфы показали, что в южной части территории совхоза наблюдается профиль, типичный для солончаков - луговые почвы. В центральной и северной части, напротив, слой до 1,0 м представлен незасоленными сероземными и светлыми сероземными почвами. Ниже метрового слоя сосредоточены огромные запасы солей, которые при подъеме грунтовых вод начали интенсивно выноситься и засолять верхние почвенные горизонты. На территории совхоза в зависимости от геоморфологического строения и глубин залегания грунтовых вод для детальных наблюдений были выбраны три опытно-производственных участка.

I у ч а с т о к . Общая площадь 60 га, протяженность горизонтального дренажа 72-75 пог.м/га. $K_ф$ = 0,24 м/сутки, подача воды осуществляется при помощи лотка ЮР-17-1, минерализация грунтовых вод 18-43 г/л, они залегают на глубине 2,5-3,0 м.

II у ч а с т о к . Площадь 150 га, $K_ф$ = 0,52 м/сутки, протяженность КДС около 25 пог.м/га. Вода подается на полив по лотку 6-У-22 и земляному каналу. Минерализация грунтовых вод 6-17 г/л; находятся они на глубине 3-5 м.

III у ч а с т о к . Площадь 200 га. $K_ф$ = 0,58 м/сутки. Водоподача осуществляется из лотков и земляных каналов. КДС не построена. Грунтовые воды находятся на глубине 6-10 м, минерализация - 4-18 г/л плотного остатка.

В настоящей работе излагаются результаты исследований

по режиму орошения, грунтовых вод и их минерализации, а также солевого режима почво-грунтов.

Выводы

На первом участке до строительства КДС в 1964 г. наблюдался интенсивный процесс засоления почв. На втором - продолжается подъем уровня минерализованных грунтовых вод и связанный с ним процесс вторичного засоления, на третьем - отмечается интенсивное поднятие уровня минерализованных грунтовых вод до 2-3 м за год.

Фактический поливной режим хлопчатника в хозяйстве отличается от проектного меньшим числом поливов и увеличением оросительных норм и межполивного периода.

Минерализация грунтовых и дренажных вод после каждого полива возрастает и в конце поливного периода почти восстанавливается до исходного.

УДК 628.3 : 333

Технико-экономические показатели различных типов дренажа в гидрогеологических условиях Западной Ферганы. Величай О.Д., Еременко Г.В., Усманов А.

Труды САНИИРИ, вып. 112, 1967

В статье на материалах многолетних полевых исследований по изучению технического состояния и мелиоративной эффективности существующей открытой коллекторно-дренажной сети, закрытого горизонтального и вертикального дренажей в Ферганской области обобщен конкретный материал, характеризующий технико-экономические показатели указанных типов дренажа. Эффективность капитальных вложений на строительство дренажа в схемах или проектах обосновывается по видам затрат и мелиоративному эффекту от внедряемого мероприятия. Эти доказательства сравнительно детально разобраны и приведены в работе для различных типов дренажа и в разных гидрогеологических условиях Западной Ферганы. В статье делается упор на следующее:

1. Построенный открытый горизонтальный дренаж на значительной площади не обеспечивает коренной мелиорации земель. Эффективность дренажа в основном должны определять мелиоративные показатели и в конечном счете - урожай сельхозкультур. Необходимо постепенно переходить к более современным типам дренажа: закрытому горизонтальному, а там, где позволяют гидрогеологические условия и грунтовые воды находятся в напорном режиме - вертикальному.

2. В условиях Западной Ферганы окупаемость капитальных вложений в открытый горизонтальный дренаж в оптимальных условиях можно ожидать через 3-4 года, а обычно - через десятки лет; в вертикальный дренаж - на пятый год и в горизонтальный закрытый, тоже в оптимальных условиях, - лишь на восьмой год.

3. Наиболее интенсивное ведение хозяйства и наибольший доход обеспечивается вертикальным дренажем. При этом в расчетах не учтена стоимость пресной воды, используемой на орошение, промывки и водоснабжение, а рост урожайности ограничен 32 ц/га, что, конечно, не является пределом.

4. В условиях оплывающих грунтов и напорных грунтовых вод вертикальный дренаж - единственное средство мелиоративного улучшения.

5. Вертикальный дренаж в Ферганской области должен найти широкое применение. По проектной схеме развития орошения и мелиорации земель Центральной Ферганы известно, что только в пределах ее западной части целесообразно использование вертикального дренажа на площади около 60 тыс.га. Вертикальный дренаж выступит здесь не только в роли активного мелиоративного средства, но и как значительный дополнительный источник орошения. С помощью дренажных колодцев можно ежесекундно добывать не менее 22-25 $м^3$ пресной воды, вполне пригодной для орошения и водоснабжения.

УДК 626.86

Промывка засоленных земель на фоне вертикального дренажа.

Корелис Л.Л.

Труды САНИИРИ, вып. II2, I967

Промывки проводились в совхозе "Пахтаарал" в I965-I966 гг. Цель опытно-производственных промывок - определение наиболее приемлемых норм промывки средне- и сильнозасоленных земель на фоне вертикального дренажа при существующих условиях орошения и организации работ в хозяйстве.

Изучались пять вариантов опыта в зависимости от нормы промывки, степени засоленности и от дренированности. Площадь каждого варианта 50-60 га.

Почвы опытного участка лугово-сероземные, средне- и сильнозасоленные, среднесуглинистые.

Результаты опытов показали, что эффективность промывок зависит в первую очередь от условий дренированности территории в период их проведения и после. Промывки одинаковой нормы (варианты 3,4) - 5800 и 6000 м³/га нетто, - проведенные в два приема, дали различные результаты рассоления: при дренажном модуле 0,2I л/сек/га в период проведения промывки и 0,I2 л/сек/га после ее прекращения, т.е. до начала сева, наблюдалось рассоление почво-грунтов на глубину до I-I,2 м, во втором случае при модуле дренажа в соответствующих сроках 0,09 и 0,04 л/сек/га рассоления почвы почти не получено.

Норма промывки в 3000 м³/га (варианты I, 2) на средне- и сильнозасоленные земли, как и следовало ожидать, эффекта не дали.

Промывка нормой 7600 м³/га (вариант 5), поданная в три приема, при дренированности 0,20-0,30 л/сек/га показала хорошее опреснение почво-грунтов. Вынос легкорастворимых вредных солей с I,5-метрового слоя составил 78,0 т/га, или II,9 т/га из расчета на I000 м³ профильтровавшейся воды. По осредненным данным, остаточное содержание солей в I,5-метровом слое составляло 0,460% от веса почво-грунта по сухому остатку и 0,039% по хлору при исходных соотвт-

ственно 0,801 и 0,076%. В пахотном и подпахотном горизонтах содержание вредных солей не превышало 0,018% по хлору.

Опыты позволили сделать вывод, что для рассоления средне- и сильнозасоленных земель, предоставленных в совхозе 30-35% от общей площади, необходимо осенне-зимние промывки проводить нормой 7-10 тыс.м^3/га в три-четыре приема. При этом скважины вертикального дренажа должны эксплуатироваться постоянно с 20 августа до середины апреля, а в период вегетации - часть скважины для поддержания уровня грунтовых вод на глубине 2,0-2,5 м.

УДК 626.86

О выборе конструкции фильтра для скважин вертикального дренажа в условиях Прикопетдагской равнины Туркменской ССР.

Дубинская Н.П.

Труды САНИИРИ, вып. 112, 1967

Описываются результаты строительства опытно-производственных скважин вертикального дренажа в тяжелых литологических условиях (суглинки, супеси, с редкими прослоями глин и мелкозернистых песков) на землях совхоза "Каттадемак" периферии Ашхабадского конуса выноса.

Испытаны следующие методы строительства и соответственно конструкции водоприемной части скважин: способ "провальной воронки" (П.А.Панкратова); "питающих скважин" (в которые засыпался гравий); станком УШБ-16, оснащенным колодцекопателем конструкции В.Я.Беспалова, позволяющим создавать скважины диаметром 1200 мм с гравийной обсыпкой стренера. Последний метод оказался наиболее эффективным. Большое значение имеет правильный подбор гравийной обсыпки в мелкозернистых грунтах, для которых средний диаметр $Д_{50}$ породы не превышает 0,05-0,07 мм. В качестве гравийной обсыпки

применена естественная гравийная смесь после отсева частиц крупнее 10-15 мм. При этом после проведения строительных откачек создавался прочный гравийный фильтр толщиной около 400 мм, а устойчивый дебит скважин достигал 30-50 л/сек.

УДК 626.86

К вопросу движения воды в закрытом горизонтальном дренаже. А.Г.Пулатов

Труды САНИИРИ , вып. 112, 1967

Теоретически рассматривается задача расчета гидравлических элементов потока в дренажной трубе. За исходное уравнение принимается уравнение Бернулли в дифференциальной форме для случая движения потока с переменной массой.

Для частного случая предлагается зависимость, подлежащая экспериментальной проверке.

Рис. 1, библиографий 4.

УДК 624.131.3

Сравнение гаммаскопического и нейтронного методов определения влажности почво-грунтов. Побережский Л.Н.

Труды САНИИРИ , вып. 112, 1967

Работы проводились на двух типах почв параллельно приборами НИВ-1 и М-30.

Результаты показали, что методике измерения влажности почво-грунтов гаммаскопическим методом требует существенной доработки. В первую очередь это относится к созданию направляющего устройства такой конструкции, которая бы обеспечила параллельность обсадных скважин по всей их длине, а также увеличению не менее, чем в 10 раз активности источника гамма-лучей.

В этом случае отклонение результатов, полученных гамма-скопическим и нейтронным методами, как правило, не превышает 2% объемной влажности.

С точки зрения водобалансовых исследований, нейтронный влагомер НИВ-I на современном этапе более удобен, хотя он, в отличие от прибора М-30, не позволяет определять послойные влагозапасы почво-грунтов.

УДК 626.86

Режим откачек по системе вертикального дренажа в переходный период. Кадыров Х.А.

Труды САНИИРИ , вып. II2, 1967

В статье описывается методика расчета и составления режима откачек по системе вертикального дренажа, основывающаяся на анализе статей водного и солевого балансов, в первую очередь крупного региона или оазиса, а затем отдельных зон и массивов; подчеркивается необходимость исследования гидрогеологических, климатических и агротехнических особенностей мелиорируемых массивов.

Поднят вопрос о переносе сроков проведения промывных работ при вертикальном дренаже на зимне-весенние сроки в гидрогеолого-климатических условиях Бухарского оазиса, с учетом занятости полей хлопчатником в осенние дни.

Приводится расчет режима откачек по системе вертикального дренажа на конкретном примере, а также пример его укомплектования с учетом вышеупомянутых граничных условий; принят во внимание график загруженности энергосистемы, обеспечивающей системы насосных колодцев электроэнергией.

УДК 626

Солевой режим почво-грунтов на опытно-производственном участке вертикального дренажа в совхозе "Социализм".

Иконому Д.А.,
Умаров А.

Труды САНИИРИ , вып.112, 1967

Опытно-производственный участок вертикального дренажа площадью 3000 га расположен в днище Шурузякского понижения на землях отделений 3 и 7 совхоза "Социализм" Сырдарьинской области.

Сероземно-луговые почвы здесь составляют 1444 га, луговые - 591, солончаки - 965. Почвы средне- и тяжелосуглинистые, обладают плохими водно-физическими свойствами в связи с наличием сильногипсированных прослоек мощностью 80-100 см. По степени засоления различные - от слабого до солончаков. Основное количество водорастворимых солей располагается в верхнем двух- трехметровом слое почвы.

Несмотря на низкий коэффициент полезной работы скважин на участке отмечалось улучшение мелиоративного состояния засоленных земель.

За истекший период уровень грунтовых вод на орошаемых землях колебался в пределах 1,5-2,2 м, а пьезометрический напор - 1,75-2,89 м от поверхности земли. На неорошаемых землях соответственно 1,84-2,41 и 1,67-3,27 м.

Динамику солевого режима почво-грунтов изучали: а) на орошаемых хлопковых полях, б) новоосвоенных землях) в) неорошаемых (залежах).

Данные химических анализов почво-грунтов показывают следующее:

1) на орошаемых почвах (освоение более 25 лет) за вегетационный период вынос водорастворимых солей из метрового слоя составил по плотному остатку от 13-39 т/га , по хлору - 1,6-3,0 т/га,

2) на новоосвоенных землях при промывке нормой 10,4 тыс.м^3/га (брутто) и оросительной нормой 5783 м^3/га рассоление из метрового слоя составило по плотному остатку 27 т/га, по хлору - 15 т/га,

3) на неорошаемых землях наблюдалось сезонное засоление.

Засоление почв отмечалось и на орошаемых землях, расположенных вне зоны действия скважин вертикального дренажа.

Данные динамики солевого режима, полученные при проведении солевых съемок и химических анализов почво-грунтов, подтверждаются материалами водно-солевого баланса и увеличением минерализации откачиваемых вод.

Анализ водного баланса показывает, что с октября 1964 г. по октябрь 1965 г. преобладает "рассоляющий расход" из зоны аэрации вниз.

Величина "рассоляющего расхода- составила 6 тыс.м^3/га.

Согласно расчету водно-солевого баланса, изменение запасов водорастворимых солей зоны аэрации (0-2 м) получено отрицательным и составляет 45,5 т/га за год.

В межполивной период в верхних слоях почвы наблюдалось некоторое увеличение засоления перед поливом и уменьшение его после каждого полива. Особенно резко возрастало содержание хлора с прекращением поливов и при задержке междурядных обработок.

Таким образом, улучшение мелиоративного состояния земель положительно повлияло и на урожайность сельхозкультур. Средняя урожайность хлопчатника, полученная на контрольных поливных участках в 1965 г. на 4,9 ц больше, чем в отделениях 3 и 7.

УДК 626.86

Влияние вегетационных поливов и промывок на солевой режим почв в условиях Ызылтепинского массива Центральной Ферганы.
Еременко Г.Б., Усманов А.

Труды САНИИРИ , вып.112, 1967

Каждое поливное хозяйство, использующее засоленные земли, вынуждено планомерно проводить специальные мероприятия,

воздействующие на солевой режим почвы и ослабляющие сезонное и общее соленакопление в почво-грунтах.

В работе описывается эффективность вегетационных поливов и промывок на дренированных засоленных землях нового освоения. Раскрывается влияние различных поливных норм на солевой режим почво-грунтов и грунтовых вод в условиях различных по механическому составу гипсированных почв Кызылтепинского массива Центральной Ферганы. На основе серии полевых опытов установлены оптимальные нормы поливов и промывок для опреснения верхнего метрового слоя почв.

Страниц 8, в том числе таблиц 6.

УДК 626.86

К вопросу мелиорации земель северо-западной части Голодной степи на примере Кировского и Джетысайского районов. Барон В.А., Куйбышев У.Б. Пушкарева З.П. и Якубов Х.

Труды САНИИРИ , вып. 112, 1967

Рассматриваемый массив, валовая площадь которого составляет 98,740 тыс.га, расположен в северо-западной части Голодной степи. Характеризуется он тяжелыми почвенно-мелиоративными условиями и тяжелой естественной дренированностью.

Анализ материалов разведочного бурения скважин на воду и гидрогеолого-почвенномелиоративных исследований позволил выделить три гидрогеологических района, отличающихся друг от друга как по литологическому строению (мощности покровного мелкозема и хорошо проницаемых пластов, их коэффициенту фильтрации), так и степени засоления почво-грунтов, грунтовых и подземных вод (табл. I).

По С.Ф.Аверьянову и Д.М. Кац, условия исследуемого района благоприятны для применения вертикального дренажа.

С О Д Е Р Ж А Н И Е

У.Ю.Пулатов. К вопросу уплотнения грунта обратной засыпки траншей закрытых горизонтальных дрен 3

В.Д.Лазаридис. Влияние орошения на мелиоративное состояние земель совхоза № 6 Голодной степи 23

О.Д.Величай, Г.В.Еременко, А.Усманов. Технико-экономические показатели различных типов дренажа в гидрогеологических условиях Западной Ферганы 40

Л.А.Корелис. Промывка засоленных земель на фоне вертикального дренажа 64

Н.П.Дубинская. О выборе фильтра в условиях Прикопетдагской равнины Туркменской ССР 78

А.Г.Пулатов. К вопросу гидравлического расчета закрытого горизонтального дренажа 90

Л.Н.Побережский. Сравнение гаммаскопического и нейтронного методов определения влажности почво-грунтов 95

Х.А.Калыров. Режим откачек по системе вертикального дренажа в переходный период 102

Д.А.Иконому, А.Умаров. Солевой режим почво-грунтов на опытно-производственном участке вертикального дренажа в совхозе "Социализм" 110

Г.В.Еременко, А.Усманов. Влияние вегетационных поливов и промывок на солевой режим почв в условиях Кызылтюбинского массива Центральной Ферганы 135

З.А.Барон, У.Б.Куйбышев, З.П.Пушкарева, Х.Якубов. К вопросу мелиорации земель северо-западной части Голодной степи на примере Кировского и Джетысайского районов 148

Рефераты статей к выпуску 112 Трудов САНИИРИ, 1967г... 205

ЭКМП. №1026 ЦСУ УзССР
Луначарское шоссе, 42

Редактор Д.Х.Володина
Технический редактор Г.Г.Валентини
Корректоры Л.Г.Попова, У.Р.Махмудова, Т.М.Цыганова

Р 12342. Подписано к печати 31/У-67 г.
Формат 70x108 1/16. Печ.л.13,5. Тираж 650. Цена 1 р.