

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

---

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего профессионального образования  
«Пензенский государственный университет  
архитектуры и строительства»  
(ПГУАС)

**Л.В. Круглов**

**РЕЖИМ РАБОТЫ СКВАЖИН  
ВЕРТИКАЛЬНОГО ДРЕНАЖА  
НА РИСОВЫХ СИСТЕМАХ**

Пенза 2014

УДК 40.62  
ББК 663.18.03  
К84

Рецензенты: заведующий кафедрой «Водоснабжение, водоотведение и гидротехника» доктор технических наук, профессор Б.М. Гришин (ПГУАС); директор ФГУ «Сурский гидроузел» В.К. Парамонов; главный инженер ФГУ «Сурский гидроузел» А.А. Варламов

**Круглов Л. В.**

К84      Режим работы скважин вертикального дренажа на рисовых системах: моногр. / Л.В. Круглов. – Пенза: ПГУАС, 2014. – 128 с.  
**ISBN 978-5-9282-1147-9**

Освещен комплекс вопросов по разработке режима работы скважин вертикального дренажа при возделывании риса и сопутствующих культур, совершенствованию самих рисовых оросительных систем. Рассмотрены вопросы рационального режима орошения риса и сопутствующих культур, конструкций рисовых систем с вертикальным дренажом, оптимизации работы инженерных рисовых систем.

Монография подготовлена на кафедре «ВВиГ» предназначена для проектировщиков, гидротехников и мелиораторов рисосеющих районов страны.

**ISBN 978-5-9282-1147-9**

© Пензенский государственный университет  
архитектуры и строительства, 2014  
© Круглов Л.В., 2014

## ВВЕДЕНИЕ

Основные посевы риса в Казахстане расположены на инженерных рисовых системах в среднем и нижнем течении Сырдарьи. Однако дальнейшая интенсификация рисосеяния с бассейне Сырдарьи сдерживается целым рядом причин, главными из которых являются неудовлетворительная работа существующей дренажной открытой сети и возрастающий дефицит оросительной воды.

Поэтому в условиях существующего состояния и эксплуатации открытой дренажной сети наблюдаются процессы заболачивания и вторичного засоления орошаемых земель, затягиваются сроки уборки урожая.

Сложность почвенно-гидрогеологических условий рисовых оросительных систем, расположенных на аллювиальных отложениях в пойме Сырдарьи и неудовлетворительная работа существующей открытой дренажно-сбросной сети, обусловили необходимость изучения и совершенствования конструкции самой рисовой системы и одного из основных ее элементов – дренажа.

По данным, полученным в результате почвенных обследований, наблюдений за положением уровня грунтовых вод, степенью их минерализации был составлен мелиоративный Кадастр, согласно которому из 2104,7 тыс.га орошаемых земель в неудовлетворительном мелиоративном состоянии находятся 400 тыс. га. Неудовлетворительное состояние коллекторно-дренажной сети отмечено на 95,9 тыс.га поливной площади (в Кзыл-Ординской области 38,9 тыс. га, Чимкентской – 25 тыс.га). Из-за отсутствия дренажа на ряде оросительных систем республики в равной степени засолено или подтоплено 97,4 тыс.га.

В свете вышеперечисленных задач, исследования по разработке рекомендаций по режиму работы и эксплуатации скважин вертикального дренажа на рисовых оросительных системах бассейна Сырдарьи, представляются своевременными и актуальными.

Результаты исследований показывают, что широкое внедрение вертикального дренажа на рисовых оросительных системах в бассейне Сырдарьи позволило сэкономить до 25 % поливной воды, улучшить мелиоративное состояние орошаемых земель, вовлечь в сельхоз оборот орошаемые земли, ранее выпавшие из севооборота. Однако, эксплуатация систем скважин вертикального дренажа на рисовых системах бассейна Сырдарьи без научно-обоснованного режима работ и технической эксплуатации вызывает значительные затраты на их содержание и должного эффекта по мелиоративному улучшению не достигается. По-

этому целью работы являлось изучение режима работ и эксплуатации скважин вертикального дренажа, размещенных в различных природно-хозяйственных условиях рисосеющих районов бассейна Сырдарьи.

В задачи исследований входило: изучение интенсивности и продолжительности работы скважин в календарном году, минерализации поверхностных и грунтовых вод, радиуса действия вертикальной дрены, развитие депрессионной воронки, скорости понижения и восстановления уровня грунтовых вод, составляющих элементов водно-солевых балансов рисового поля, учет урожая риса и сопутствующих культур. Все эти вопросы изучались на участках вертикального дренажа в рисосеющих хозяйствах Чимкентской и Кзыл-Ординской областях бассейна Сырдарьи.

# Глава 1. МЕЛИОРИРУЮЩЕЕ ДЕЙСТВИЕ СКВАЖИН ВЕРТИКАЛЬНОГО ДРЕНАЖА (обзор литературных источников)

Эксплуатация существующих рисовых систем Казахстана, расположенных в поймах рек показывает, что орошение в условиях недостаточной дренированности рисовых полей приводит к подъему уровня грунтовых вод, засолению и заболачиванию земель.

В связи с возделыванием риса большой интерес представляют грунтовые воды, залегающие на первом от поверхности региональном водоупоре, находящимся в пойме Сырдарьи на глубине 45...70 м. Грунтовые воды через зону аэрации контактируют с почвами, которые являются объектом сельскохозяйственных мелиораций. Поэтому важно знать условия формирования особенно режима уровня и минерализации грунтовых вод.

Наиболее активный источник питания грунтовых вод на рисовом массиве – оросительные воды, пополняющие грунтовые, за счет фильтрации из каналов и непосредственно с рисовых полей. Таким образом, между грунтовыми и поверхностными водами на рисовом массиве устанавливается тесная гидравлическая взаимосвязь.

Фильтрационные воды, пополняя грунтовые, особенно при их слабой отточности, значительно поднимают уровень грунтовых вод, уменьшая тем самым фильтрацию с поверхности рисового поля, а, следовательно, дренированность территории.

На больших рисовых массивах, расположенных в бассейне Сырдарьи, мелиоративное строительство оказывает влияние на подземные воды всего верхнего яруса. Исходя из этого, мелиорация не может ограничиться только регулированием грунтовых вод. Поэтому необходимо воздействовать на весь верхний ярус подземных вод. С этих позиций видна та крупная роль, которая отводится вертикальному дренажу – системе скважин, позволяющих активно и целенаправленно воздействовать на значительные толщи верхнего яруса подземных вод, от поверхности земли до водоупора, в то время как у горизонтального дренажа в этом отношении возможности ограничены. Анализ результатов строительства и эксплуатации скважин вертикального дренажа показывает высокую его мелиоративную и экономическую эффективность на Кызылкумском массиве.

Улучшение мелиоративных условий за счет массового строительства и эксплуатации вертикального дренажа на рисовых оросительных системах позволило увеличить урожайность риса за 10 лет на 25 центнеров с гектара.

Вертикальный дренаж, откачивая подземную воду из глубоких горизонтов, создает искусственный сток и тем самым повышает дренированность земель. Но, несмотря на то, что вертикальный дренаж является эффективным средством мелиорации земель, до недавнего времени его в практике рисосеяния не применяли, считая более целесообразным открытый горизонтальный дренаж.

Однако открытый горизонтальный дренаж в поймах рек, где верхний покровный слой представлен грунтами легкого и среднего механического состава довольно пестрыми как в вертикальной плоскости, так и в плановом расположении, а подстилающими породами являются мелко и среднезернистые пески не всегда дает желаемые результаты. Между тем такое литологическое строение рисовых массивов бассейна Сырдарьи благоприятно и целесообразно для применения вертикального дренажа. Мелкоземы покровного слоя, имея более низкие коэффициенты фильтрации по сравнению с подстилающими песками, являются как бы буферным слоем. Они значительно сглаживают неравномерность пьезометрической поверхности, которая возникает при откачке воды из скважин вертикального дренажа. Уровень грунтовых вод в таких условиях отрывается от пьезометрической поверхности, создается перепад напоров, который обеспечивает сток грунтовых вод в подстилающий песчаный слой из которого производится откачка. Вместе с тем, под влиянием орошения сохраняется относительная однородность в распределении уровня грунтовых вод по всей территории массива.

До настоящего времени режим работы скважин вертикального дренажа на рисовых системах не изучался, а рекомендуемые режимы его работы на массивах, где возделываются суходольные культуры (хлопчатник и др.) имеют очень схематичные параметры и весьма разноречивые. Большой опыт строительства и эксплуатации вертикального дренажа накоплен в Узбекистане, где вертикальный дренаж построен в Голодной степи, Бухарской области и Ферганской долине. Системы вертикального дренажа также построены и эксплуатируются на юге Украины, Поволжья, Киргизии и на других массивах.

В условиях Центральной Ферганы наиболее рациональным режимом откачек из скважин вертикального дренажа, по исследованиям Н.Т. Лактаева и Г.В. Еременко является периодический, при котором интенсивнее происходит опреснение грунтовых вод и рассоление земель как за счет промывок и поливов с поверхности земли, так и за счет значительного опреснения грунтовых вод, уровень которых периодически поднимается с глубоких горизонтов после остановки насоса скважины. За счет этого сокращается период рабочего времени скважины

(на 31...34 %), достигается экономия электроэнергии и затрат на эксплуатацию.

Л.Л. Корелис для территории северо-западной части Голодной степи рекомендует в мелиоративный период принимать продолжительность работы скважин от 240 до 310 суток при коэффициенте работы системы (КРС) 0,80...0,85.

Для Шурузьякского понижения Голодной степи Д. Иконому считает, что скважинам достаточно работать с коэффициентом полезной работы (КПР) 0,5...0,6, при этом создаются благоприятные условия для рассоления почвогрунтов.

Исследования, проведенные Х.А. Кадыровым, С.А. Полиновым и др. в Бухарской области, показали, что разработанный институтом «Узгипроводхоз» проектный режим откачек, при котором скважины работали 300 дней в году, оказался необоснованно завышенным. Поэтому они рекомендуют производить откачки из вертикальных дрен на системе в течение 230 дней в году.

На Краснознаменской оросительной системе, которая расположена на юге Украины, продолжительность работы скважин изменяется в широких пределах от 60 до 300 суток в году.

Как показали исследования, режим работы скважин вертикального дренажа в многолетнем разрезе не может быть постоянным.

Сокращение забора воды из источника, повышение коэффициента полезного действия систем, совершенствование техники полива и т.д., приведет к тому, что время работы скважин вертикального дренажа должно сократиться. Так, в Голодной степи, Ферганской долине и Бухарском оазисе в перспективе возможно сокращение срока работы скважин до 5...6 месяцев в году, т.е. работа их только в оросительный сезон (Н.М. Решеткина, Х.И. Якубов).

Вместе с тем мелиоративной практикой была установлена целесообразность массивов темпов ввода в эксплуатацию скважин вертикального дренажа и максимальное использование их мощности в начальный период освоения массива. Так разработанный САНИИРИ для совхоза «Пахта Арал» режим работы скважин вертикального дренажа заключается в следующем. Первые 3...5 лет система скважин работает практически круглогодично с коэффициентом полезной работы (к.п.р.), равным 0,85, то есть за исключением времени на профилактические работы. В дальнейшем вся система должны работать 175 дней в году для того, чтобы обеспечить оптимальный водно-солевой режим корнеобитаемого слоя и зоны аэрации. При этом режим откачек прерывистый, что сохраняет необходимую равномерность залегания уров-

ня грунтовых вод, которые частично участвуют своей капиллярной каймой в межполивные периоды в водоснабжении растений.

Скважины вертикального дренажа являются частью рисовой оросительной системы. Они расположены по площади всей системы, находясь непосредственно на орошаемой площади. Естественно, все скважины на системе должны работать в строго определенном режиме. При этом задача вертикального дренажа – усилить нисходящие фильтрационные токи грунтовых вод из покровной толщи, создать гидравлическую связь между грунтовыми водами, каптируемого пласта путем создания перепада давлений в результате откачек. Поэтому водоприемная поверхность скважин вертикального дренажа должна принимать подземные воды из всего водосодержащего комплекса.

Режим работы скважин вертикального дренажа на рисовых системах должен быть принят таким, чтобы обеспечить:

- поддержание уровня грунтовых вод в период вегетации на полях, занятых сопутствующими культурами на глубине (1,5...2,0 м), позволяющей, с одной стороны, предотвратить засоление почвогрунтов, а с другой, создать условия для возможности использования грунтовых вод на субирригацию;

- создание на полях, занятых рисом, скорость фильтрации 5...7 мм в сутки, а, следовательно, отвода фильтрационных вод и растворенных в них солей в нижний песчаный горизонт, с последующим отводом их за пределы орошаемого участка;

- использование в вегетационный период откачиваемых вод на орошение; как риса так других культур рисового севооборота

- создание оптимальных глубин залегания уровня грунтовых вод в осенний и весенний периоды, обеспечивающих своевременное проведение весенних полевых работ и механизированную уборку риса.



## Глава 2. СОСТАВ РАБОТ И МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЙ

В соответствии с целевым назначением вертикального дренажа основные задачи исследований состояли в определении оптимального режима их работ, обеспечивающего благоприятный мелиоративный режим почв рисовых полей и высокую урожайность культур рисового севооборота; изучении гидрохимического режима оросительных и дренажных вод, воды рисовых чеков; установлении технико-экономических показателей работы систем скважин вертикального дренажа и затрат на их эксплуатацию. Для решения поставленных задач выполнялись следующие виды работ:

- наблюдения за режимом грунтовых вод, скоростью восстановления и снижения их уровня;
- отборы проб почвы и воды на химический анализ, установление составляющих элементов водного и солевого балансов на участках вертикального дренажа;
- определение коэффициента полезной работы систем скважин вертикального дренажа в календарном году;
- учет урожая риса и сопутствующих культур на участках вертикального дренажа;
- определение затрат на эксплуатацию систем скважин вертикального дренажа и технико-экономических показателей участков обслуживаемых скважинами;
- сбор данных об основных показателях работы скважин вертикального дренажа на рисовых системах в хозяйствах и водохозяйственных организациях.

Содержание в почвогрунтах солей и питательных веществ: гумуса, валового азота, фосфора и калия определялось по известным методикам в химлаборатории, в образцах почвы взятых послойно через 20 см до 300 см, весной перед затоплением рисовых чеков и осенью после уборки урожая. Разрезы закладывались на расстоянии 50, 100, 150, 200, 250, 300, 350, 400, 450, 500, 550 и 600 м от вертикальной дрены в широтном и меридиональном направлениях. В этих же образцах определялось и содержание солей, методом водной вытяжки. Образцы отбирались в трехкратной повторности. Качественный состав солей и степень токсичности ионов, содержащихся в почве, определялись расчетным путем по методике Н.И. Базилевич и Е.И. Панковой.

Фильтрация воды с чеков определялась по сосудам ГГИ-3000, без дна замеры проводились один раз в сутки, в 8 часов. Горизонт воды в чеках и сосудах поддерживался на одном уровне.

Оросительная норма и составляющие элементы водного баланса устанавливались по методикам ГГИ (Харченко И.С.), ВНИИРиса (Зайцев В.Б.), МГИ (Аверьянов С.Ф.), КазНИИВХ (Буруменский В.С.,

Рау А.Г.), САНИИРИ (Якубов Х.И., Насонов В.Г.). Величина оросительной нормы рассчитывалась по формуле

$$M = B - W - E - D_1 - O + D_2 + П, \text{ м}^3/\text{га},$$

где  $B$  – забор воды в голове распределительного канала;

$W$  – насыщение зоны аэрации;

$E$  – суммарное водопотребление;

$D_1$  – отвод дренажных вод;

$D_2$  – забор дренажных вод на орошение;

$O$  – отток подземных вод;

$П$  – приток подземных вод.

Водоподача и дренажный сток замерялись один раз в сутки, вертушкой ГР-21. Суммарное водопотребление с рисового поля определялось по сосудам ГГИ-3000. Приток и отток подземных вод рассчитывался по методике Каменского Н.Г.

Расчет солевого баланса и составляющих его элементов производился для трехметрового слоя почвогрунта по уравнению:

$$S_n - S_k = S_1 + S_2 + S_3 - S_4 - S_5 - S_6, \text{ т/га},$$

где  $S_n$  – начальный запас солей;

$S_k$  – запас солей в конце балансового периода;

$S_1, S_2, S_3$  – поступление солей с оросительной водой, подземным притоком и дренажной водой;

$S_4, S_5, S_6$  – вынос солей дренажным стоком, подземным оттоком в дамбы каналов и чековые валики.

Агротехника возделывания риса на опытно-экспериментальных участках общепринятая для условий рисосеющих хозяйств бассейна Сырдарьи, разработанная институтом КазНИИРиса. Учет урожайности риса производился по методике Б.А. Доспехова.

По данным проведенных исследований и служб водохозяйственных организаций определялось технико-экономические показатели работы скважины вертикального дренажа. Для объективной оценки технико-экономические показатели следует подразделить на две группы: по видам затрат и по мелиоративному эффекту.

В первую группу входят удельные капиталовложения на строительство и эксплуатацию отнесенные на одну скважину и на 1 га мелиоративной площадки, коэффициент эффективности и срок окупаемости дополнительных затрат, рассчитанных по эксплуатационным расходам для различных скважин и т.д.

Ко второй группе относятся – дренажный модуль, скорость снижения уровня грунтовых вод, создаваемая под влиянием дренажа, темпы рассоления почв и грунтовых вод, урожайность сельскохозяйственных культур и т.д. Часть показателей определена опытным путем, остальные – по данным водохозяйственных организаций.



По результатам изучения программных вопросов рекомендуется оптимальный режим работы вертикального дренажа, обеспечивающий благоприятное мелиоративное состояние земель, высокую урожайность риса и минимальные эксплуатационные затраты.

Этот режим работы будет внедряться с корректировкой на всех скважинах вертикального дренажа рисовых систем бассейна Сырдарьи.

### Глава 3. ПОЧВЕННО-ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКИЕ И МЕЛИОРАТИВНЫЕ УСЛОВИЯ РИСОВЫХ СИСТЕМ БАССЕЙНА СЫРДАРЬИ

Бассейн реки Сырдарьи занимает 530 тыс.кв.км и является самым крупным районом орошаемого земледелия в Казахстане. Поэтому природно-климатические условия и режим стока Сырдарьи и ее притоков издавна служили объектом пристального внимания хозяйственных и научных организаций. Фактические материалы наблюдений за природно-климатическими условиями систематизированы и обобщены в трудах научных институтов, справочных материалах и периодических изданиях.

Климатические условия бассейна благоприятны для возделывания многих теплолюбивых культур: риса, виноградника, хлопка и т.д. Сумма температур выше 10 °С равна 3600...4800 °С, продолжительность периода с температурой выше 10 °С составляет 180...240 дней. Лето жаркое и продолжительное, зима короткая с частыми оттепелями. В этих условиях посевы риса в бассейне Сырдарьи распространяются более чем на 50 % орошаемых земель.

По данным агроклиматической характеристики районов рисосеяния Казахстана, с учетом количественных показателей, определяющих отношение риса к температуре, М. Жапбасбаевым в бассейне Сырдарьи выделены три термические зоны рисосеяния: Северная, Центральная, Южная. Границы зон проведены по изолиниям средних сумм температур выше 15 °С: по 3100, 3300 и 3500 °С. При таком делении высокие урожаи риса в южной зоне (Кзылкумский массив) дают средне-спелые сорта риса: Узрос 7-13, Узрос-59, Узрос 269; в средней зоне (Тогускенский, Чилийский, Кызылкумский массивы) средне и скороспелые сорта риса: Узрос 269, Кубань 3, в северной (Казалинский массив) скороспелый сорт Дубровский 129.

Вся огромная территория дельтовых равнин Сырдарьи покрыта четвертичными отложениями различного генезиса и различной мощности. Изучение огромного количества разведочных выработок, которыми за последние несколько лет была покрыта вся территория древней поймы и дельты Сырдарьи, особенно ее центральная и западная части, позволяют четко выделить две резко различные в литологическом отношении разновидности аллювия, соответствующие двум циклам его аккумуляции, строение поверхности которых связано с деятельностью Сырдарьи.

Орошение земли бассейна Сырдарьи характеризуются гидрогеологической бессточностью, преобладанием вертикальных форм водо- и солеобмена в системе почва – грунтовая вода, высокой минерализацией грунтовых вод, сильным засолением почв. В этих условиях грунтовые воды заключены в аллювиальных отложениях четвертичного возраста, водоупором являются третично-меловые глины.

От глубины залегания последних зависит мощность водоносного горизонта, которая изменяется в широких пределах от 10...20 до 60...70 м. глубина грунтовых вод от 1 до 2,5 м наиболее характерна для рисовых плантаций и прилегающих к ним территорий, для прибрежных участков крупных каналов, расположенных на волнистых водоразделах межрусловых понижений.

Глубина залегания зеркала грунтовых вод от 2,5 до 5 м характерна для незатопляемых впадин межрусловых понижений, для неорошаемых массивов, а глубина грунтовых вод от 5 до 10 м на повышенных участках прирусловых валов, находящихся в удалении от источников питания грунтовых вод. При этом, до зарегулирования стока Сырдарьи, в приходном балансе грунтовых вод преобладающую часть занимают инфильтрационные воды паводковых разливов, а после строительства Чардаринского водохранилища, доминирующими приходными элементами грунтовых вод стали фильтрационные воды рисовых полей, которые в вегетационный период риса создали ирригационный тип режима грунтовых вод.

Основными районами промышленного возделывания риса в бассейне Сырдарьи являются Кзыл-Ординская область (Чилийский, Кзыл-Ординский и Казалинский оазисы) и Чимкентская область (Чардаринская степь). Эти районы занимают среднюю и нижнюю часть Сырдарьи и в геоморфологическом отношении преобладающая часть территории представляет прогиб палеозойского фундамента древнеаллювиальной равнины.

Почвообразующими породами являются отложениями четвертичного периода дельтово-аллювиальных осадков Сырдарьи. Это слоистая толща глин, суглинков, супесей и мелкозернистых песков. Мощность их сильно варьирует в различных районах и в среднем колеблется в пределах от 80 до 5 метров. Аллювиальные отложения, слагающие почвообразующие породы в нижней части Сырдарьи резко отличаются от аллювиальных отложений в средней части Сырдарьи. В нижней части аллювий выделяется, прежде всего, весьма отчетливой слоистостью. В разрезе толща этих отложений состоит из пестрого чередования тонких слоев различного механического состава – от песков и супесей до тон-

ких иловатых глин, перемеживающихся с погребенными гумусовыми горизонтами.

Разнообразие сочетаний этих слоев чрезвычайно велико. Все же в качестве общей закономерности наблюдается, что верхние слои представлены преимущественно комплексом прослоев тяжелого механического состава, а нижние – легкими суглинками, супесями и песками. Почвообразующие породы: в средней части Сырдарьи не имеют той пестрой слоистости. Профиль их слагается из чередования более мощных, чем в нижней части Сырдарьи, прослоев глин, суглинков, супесей и песков подстилаемых обычно на больших глубинах песчано-галечниковых отложениях.

Почвенный покров низовьев Сырдарьи характеризуется значительным разнообразием. Почвы отчетливо подразделяются на две большие группы: гидроморфные и автоморфные. Под рис используются главным образом гидроморфные почвы: аллювиально-луговые, лугово-болотные, болотные и частично солончаки; меньшей степени – пустынные такыры, такыровидные.

В среднем течении Сырдарьи почвенный покров также разнообразен, но в виду того, что рис здесь выращивается только на I и на II надпойменной террасах под орошение используется в основном лугово-сероземные и сероземно-луговые почвы, реже используются луговые почвы и совсем редко используются сероземные светлые. Первая надпойменная терраса достигает в ширину 5...7 км и возвышается над современной поймой на 1...1,5 м местами резким уступом обрывается к реке.

Сложена суглинками, супесями с прослойками глин и песков. Мощность слоистого аллювия 2...5 м, ниже он подстилается песком. Грунтовые воды залегают на глубине 2...4 м, по минерализации они пресные и слабосоленоватые. Почвообразовательный процесс идет по гидроморфному ряду. Преобладают слабозасоленные разновидности. Запас солей на метровую толщу достигает 20...30 т/га. В составе солей преобладают сульфаты. Вторая надпойменная терраса возвышается над первой на 2...2,5 м и имеет в среднем ширину 5...6 км. Терраса сложена суглинками и супесями с прослойками глин и песков, общей мощностью 2...5 м фоновыми почвами являются лугово-сероземные, реже сероземные светлые и луговые почвы.

До освоения Кызылкумского массива незасоленные и слабозасоленные почвы занимали 80 % от общей площади земель, с сульфатно-кальциевым типом засоления. За 15 лет возделывания риса процент слабозасоленных и засоленных почв увеличился на 20...30 % и достига-

ет 50...60 % от орошаемых земель, преобладающим типом засоления стал хлоридно-сульфатный.

Основная причина засоления земель – слабая дренированность территорий, в результате чего происходит подъем уровня грунтовых вод и интенсивный процесс заболачивания и засоления. Если до освоения массива заболоченных земель вообще не было, то за 15 лет посева риса заболоченные земли составляют 10 % от общей площади орошения.

Кзыл-Ординский массив орошения представляет собой центральную часть древней дельты Кзыл-Ординского почвенно-природного района и расположен на территории Сырдарьинского, Теренузекского, Джалагашского и Кармакчинского районов Кзыл-Ординской области. Почвообразующими породами являются отложения четвертичного периода древне-аллювиальных осадков Сырдарьи. Мощность их составляет от 80 м на востоке, до 5 м на западе, в дельте Сырдарьи. Почвенный покров характеризуется значительным разнообразием, под рис используется, главным образом, гидроморфные почвы аллювиально-луговые, лугово-болотные, болотные и частично такыровидные и такыры.

Лугово-болотные почвы являются основными для рисосеяния и формируются под густыми зарослями тростника на тяжелых грунтах, в понижениях рельефа. Содержание гумуса составляет 1,5...2,0 %. Поверхностное засоление равно 1,0...2,0 %, с глубины 50 см степень засоления падает до 0,1...0,3 %, тип засоления сульфатно-хлоридный. Грунтовые воды залегают на глубине 2..3 м, с минерализацией 5...6 г/л.

Аллювиально-луговые почвы формируются на плоских и низких водоразделах между депрессиями и склонами прирусловых валов. Верхние слои имеют тяжелый механический состав с содержанием гумуса 0,9...3,0 %, а с глубины 20 см преобладают пылеватые и песчаные фракции, с содержанием гумуса 0,3...0,6 %, от веса сухой почвы. Тип засоления в основном хлоридно-сульфатный.

Болотные почвы включают перегнойно-болотные и иловато-болотные, гумуса содержат до 4,5 %, грунтовые воды залегают на глубине 0,5...3,0 м, с минерализацией 1...6 г/л. При подсыпании, в поверхностном слое содержание солей доходит до 3,0 % от веса сухой почвы.

При развитии орошения на всех почвенных разностях Кзыл-Ординского массива повсеместно происходит подъем уровня грунтовых вод, интенсивно развивается болотная растительность, главным образом, тростник.



В результате недостаточной дренированности территории отмечается ухудшение мелиоративного состояния орошаемых земель, их заболачивание и засоление. Следовательно, для орошаемых земель бассейна Сырдарьи общим является то, что среди прослоев аллювиальных отложений встречаются самые разнообразные породы, от тяжелых глин до супесей, однако, преобладают грунты легкого механического состава: пылеватые суглинки, супеси, в основании которых залегает русловой аллювий, средне- и мелкозернистый песок, являющийся хорошим проводником грунтовых вод и местом размещения вертикального дренажа. Но в результате слабой естественной отточности (уклоны не превышают 0,0005), при развитии орошения повсеместно происходит подъем уровня грунтовых вод, заболачивание и засоление земель. Существующая открытая коллекторно-дренажная сеть, в результате заиления и зарастания не обеспечивает должный отвод фильтрационных вод.

Поэтому строительство вертикального дренажа, с забором грунтовых вод в аллювиальных отложениях – мелко и среднезернистых песках позволит понизить их уровень на критическую глубину, предотвратить отрицательное явление в почвообразовании. При незначительной минерализации грунтовых вод (до 3 г/л) возможно использование дренажных вод для орошения риса.

В первую очередь скважины вертикального дренажа необходимо построить в междурусловых понижениях и на низких участках надпойменных террас, где отмечается местная напорность грунтовых вод с выходом их на поверхность земли. В настоящее время эти земли в результате близкого залегания уровня грунтовых вод (0,5...1,2 м), сильно засолены и в большей части не используются под посевы риса. Вертикальный дренаж, построенный дополнительно к существующей коллекторно-сбросной сети, оздоровит мелиоративную обстановку на этих участках, повысит их продуктивность.

## Глава 4. ОСОБЕННОСТИ И УСЛОВИЯ РАБОТЫ СКВАЖИН ВЕРТИКАЛЬНОГО ДРЕНАЖА НА РИСОВЫХ СИСТЕМАХ

Проблема совершенствования рисовых оросительных систем особенно остро стоит в бассейне Сырдарьи, где размещаются основные рисовые комплексы.

Здесь уже полностью используются имеющиеся водные ресурсы, поэтому возможности расширения орошаемых площадей практически исчерпаны дальнейшее увеличение производства риса возможно в основном за счет повышения его урожайности. Разумеется, что если не будут созданы близкие к оптимальным водные, питательные и тепловые режимы на рисовых чеках, то ни новые агротехнические приемы, ни высокоурожайные сорта риса не дадут ожидаемого эффекта.

При этом особое внимание следует уделять техническому состоянию и реконструкции оросительной и дренажно-сбросной сети.

Отсутствие облицовки на магистральных, межхозяйственных и внутрихозяйственных каналах ведет к большим потерям воды. По расчетам специалистов института «Союзгипрорис», облицовка только первой очереди действующего Кызылкумского канала длиной 80 км из общей его протяженности в земляном русле 125 км поднимает коэффициент его полезного действия до 93 %, что равносильно экономии 150 млн м<sup>3</sup> воды. Такого количества хватит на орошение еще 14 тыс. га пашни.

В результате проведения больших работ по строительству новых инженерных рисовых систем и переустройства части старых в Кызыл-Ординской области КПД оросительных систем повысился с 0,53 до 0,57. Однако даже при этом потери воды в сети составили 236 млн м<sup>3</sup>.

Большинство рисовых оросительных систем в бассейне Сырдарьи построено в основном из карт Краснодарского типа, которые не везде обеспечивают необходимую дренированность на орошаемых землях из-за неудовлетворительной работы дренажно-сбросной сети. Практика эксплуатации открытого горизонтального дренажа в условиях неустойчивых, легко оплывающих грунтов показала, что в результате деформации и оплывания глубина картонных сбросов не превышает 0,8...1,1 м, в дренасобирателях 1,5...1,8 м.

Деформация откосов, изменение поперечных сечений открытой дренажной сети и зарастание ее в процессе эксплуатации приводит к изменению гидравлических параметров, снижению пропускной и дренажной способности.

В целях борьбы с оплыванием откосов открытой коллекторно-дренажной сети приходится производить ежегодную ее очистку, на что затрачиваются значительные средства (табл. 4.1).

Т а б л и ц а 4 . 1

Затраты на очистку коллекторно-дренажной сети  
в рисовых хозяйствах Чардаринского района

Хозяйства	Протя- жен- ность очистки, км	Объем очистки		Стоимость очистки		
		Всего, тыс. м <sup>3</sup>	На один погонный метр, м <sup>3</sup> /1 п.м	Всего, тыс. руб.	Одного погонно- го метра, руб.	Одного куб. метра, руб.
1. Восход	33,3	100	3,00	30,0	0,90	0,3
2. 50 лет Октября	50,0	192	3,84	57,6	1,15	0,3
3. Комсомольский	14,0	59	4,21	17,7	1,26	0,3
4. Казахстан	36,0	117	3,25	35,1	0,97	0,3
5. Целинный	52,0	157	3,02	47,1	0,91	0,3
6. Кзылкумский	37,0	112	3,03	33,6	0,91	0,3

Ежегодно в рисовых совхозах Кызылкумского массива очищается 222 км коллекторно-дренажных каналов. Объем очистки на 1 п.м каналов изменяется от 3,00 до 4,21 м<sup>3</sup>, стоимость от 0,90 до 1,26 руб. Однако даже такие большие затраты на поддержание в работоспособном состоянии дренажной сети не дают должной отдачи. Дренажный модуль продолжает оставаться низким и не способствует поддержанию требуемого мелиоративного состояния земель на рисовой системе. Все это потребовало поиска новых инженерных решений по обеспечению оптимальной дренированности земель рисовых систем.

#### 4.1. Размещение скважин вертикального дренажа на рисовых системах

Проведенные исследования показывают, что увеличение урожайности культур рисовых севооборотов в бассейне Сырдарьи возможно лишь при условии создания благоприятных водного, солевого и пищевого режимов и соблюдения передовых приемов агротехники. Для этого необходима реконструкция действующих рисовых систем и создание новых технически совершенных систем. Непременным условием их должна быть эффективная дренажная сеть для регулирования солевого режима. Однако многие вопросы проектирования и строительства дренажа остаются нерешенными. Особенно актуальной является оценка

применения дренажа на рисовых системах в связи с дефицитом водных ресурсов. Характерные черты мелиоративных процессов проявляются спустя многие годы после начала освоения земель под рисовые севообороты. Здесь имеют место установившийся в многолетнем цикле водный и солевой режимы почвы, стабильные величины водно-физических свойств почвогрунтов, относительно мало меняющаяся урожайность сельскохозяйственных культур. При достижении такого состояния наступает эксплуатационный период работы рисовой системы. Именно этот период может служить для обоснования параметров постоянного дренажа и режима орошения сельскохозяйственных культур.

Литологическое строение почвогрунтов рисовых массивов бассейна Сырдарьи, где с поверхности залегают суглинки слоем 0,8...0,6 м, а ниже пески мощностью 40...60 м, благоприятно для применения вертикального дренажа. Верхний суглинистый слой, имея более низкий коэффициент фильтрации чем подстилающие его пески, сглаживает неравномерность пьезометрической поверхности, возникающую при работе вертикального дренажа. При этом создается перепад напоров, обеспечивающий преобладание нисходящих токов оросительной воды над восходящими. Вместе с тем под влиянием орошения сохраняется относительная однородность залегания уровня грунтовых вод по площади системы.

Изучением мелиоративного действия вертикального дренажа на орошаемых землях занимались многие ученые, как в нашей стране, так и за рубежом, которые отмечали его высокую эффективность. Однако, несмотря на высокую мелиоративную эффективность вертикального дренажа, особенно в условиях оплывания откосов и заиления открытой коллекторно-сбросной сети его на рисовых оросительных системах не применяли.

Первые шаги по применению вертикального дренажа на рисовых системах сделаны в начале восьмидесятых годов. Институт «Союзгипропрорис» в целях борьбы с засолением и заболачиванием орошаемых земель начал производить реконструкцию путем повышения дренированности земель рисовых севооборотов. Для этого на поле севооборота дополнительно к существующей открытой дренажно-сбросной сети устраивалась скважина вертикального дренажа. Скважина размещалась в центре поля рядом с дренажно-сбросным каналом, куда и подавалась откачиваемая ею вода. По такой схеме построено большинство скважин вертикального дренажа на рисовых оросительных системах

бассейна Сырдарьи. Наблюдения за их работой позволили выявить ряд недостатков в компоновке элементов системы влияющих на их эксплуатацию. При таком размещении скважины отсутствует возможность использовать всю часть откачиваемой дренажной воды для полива риса и других культур рисового севооборота. Наличие на поле как открытого горизонтального, так и вертикального дренажа повысило стоимость системы и усложнило ее эксплуатацию. Вместе с тем проведенные нами исследования по мелиоративной эффективности вертикального дренажа на рисовой системе показали, что при наличии одной скважины на поле севооборота создается дренажный модуль 0,6...0,8 л·с/га, что вполне достаточно для поддержания необходимого мелиоративного состояния земель.

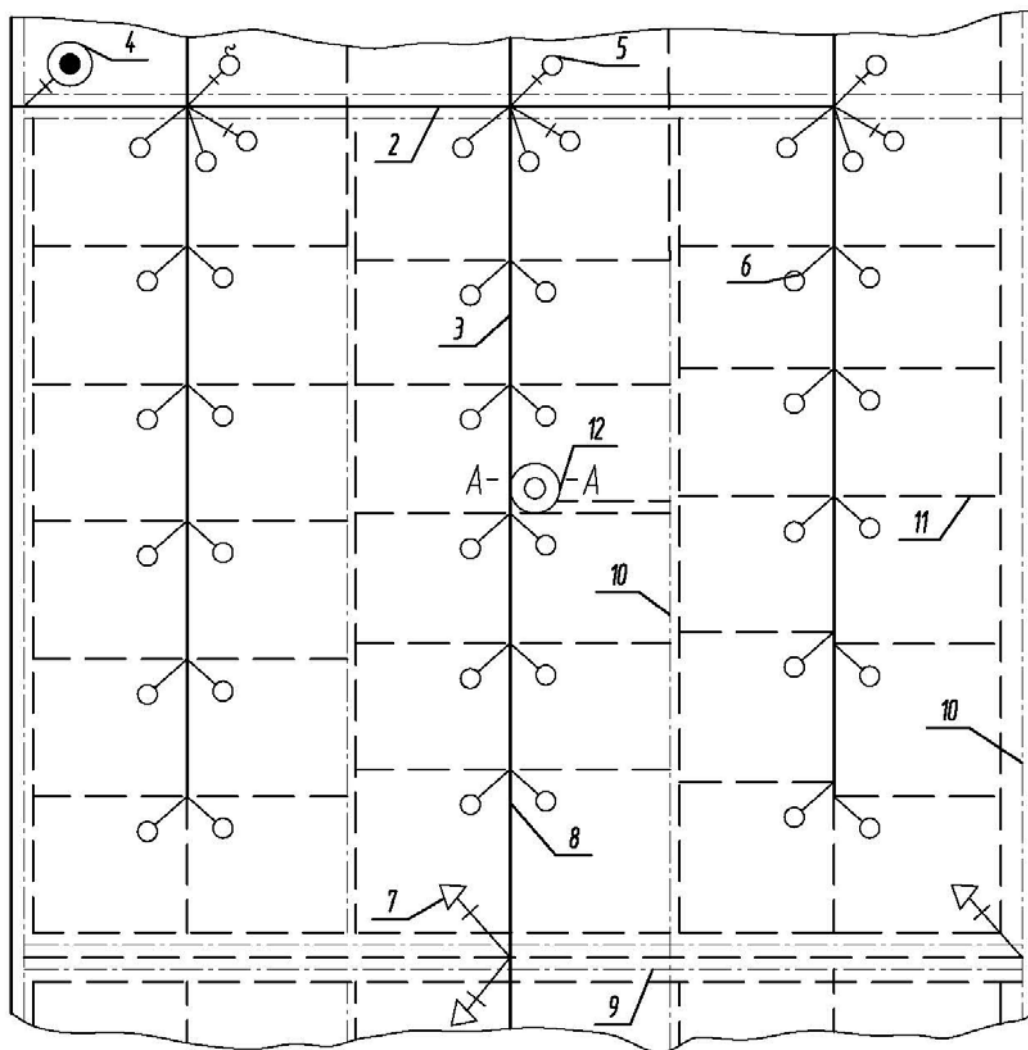
Именно эти соображения легли в основу при разработке конструкции рисовой оросительной системы со скважинами вертикального дренажа.

Основные технические решения, заложенные в конструкции рисовой системы со скважинами вертикального дренажа, признаны изобретением (а.с. № 579966).

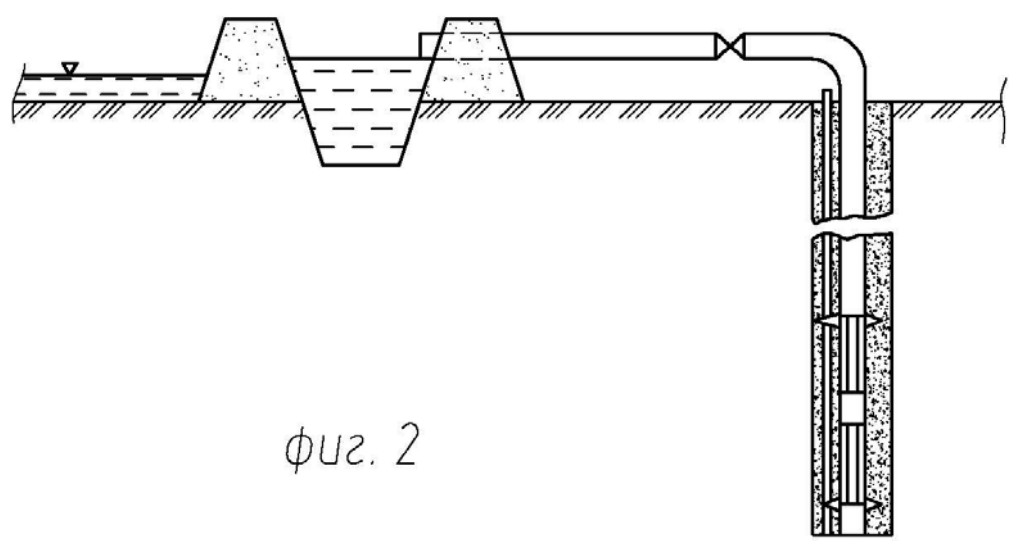
Рисовая оросительная система со скважинами вертикального дренажа состоит из сети водопроводящих каналов: внутривладельческого распределителя 1, распределителя последнего порядка 2, картового оросителя 3 и гидротехнических сооружений 4–7 для регулирования расходов и уровня воды (рис. 4.1).

Для отвода воды от скважины вертикального дренажа 12 в период осушения рисовых чеков и снижения уровня грунтовых вод устраивается концевой сброс 8 в коллектор 9. Вдоль распределителей, коллекторов и рисовых карт, с противоположной стороны картового оросителя, устраиваются насыпные дороги 10. В зависимости от рельефа местности рисовые карты разделены на чеки чековыми валиками II.

Конструктивные параметры скважины: глубина 50 м; диаметр бурения 1270 мм; общая длина щелевого фильтра 20 м, состоит из двух частей по 10 м, между которыми делают разрыв в 2 м для вертикального насоса, за трубное пространство засыпается разнозернистым гравием. Скважины оборудуются электрическими погружными насосами типа ЭЦВН. В местах установки скважины устраивается площадка 20×15 м<sup>2</sup> с гравийным покрытием, где размещается транспортная подстанция; трубопровод 12 снабжен задвижкой для регулирования расходов воды.



фиг. 1  
A - A



фиг. 2

Рис. 4.1. Размещение скважин вертикального дренажа на рисовом поле

Вертикальный дренаж, выполняя роль первичных дрен, создает необходимую дренированность в покровных отложениях, обеспечивает устойчивое рассоление почвогрунтов и грунтовых вод, понижая их уровень на необходимую глубину. Данная система не требует создания поверхностных сбросов и проточности воды на рисовых чеках. Обновление воды на рисовых чеках, полное или частичное их опорожнение производится за счет впитывания слоя воды в почвогрунт при работающих скважинах.

Такая конструкция рисовой системы позволяет сократить забор воды при поливе риса, так как, откачивая в вегетационный период, дренажная вода от скважин подается в оросительную сеть, где, смешиваясь с оросительной, поступает на чеки. За оросительный период скважина вертикального дренажа, обслуживающая поле площадью 80...100 га, может подавать воду на орошение в объеме 3460...4300 м<sup>3</sup>/га при расходе 40 л/с, 4320...5400 м<sup>3</sup>/га при расходе скважины 50 л/с и 5180...6500 м<sup>3</sup>/га при расходе скважины 60 л/с, что составляет 15...27 % от оросительной нормы.

Таким образом, повышается водообеспеченность системы и снижается нагрузка на оросительные каналы, упрощается управление вододелием.

В Кзыл-Ординской области скважины вертикального дренажа проектируются и строятся начиная с 1976 г.

В настоящее время количество скважин вертикального дренажа по области достигло 185, в том числе по Чиилийскому району – 78, совхозу «Авангард» – 15 шт. Один из основных показателей, характеризующих улучшение орошаемых земель – повышение урожайности сельскохозяйственных культур. Основная сельскохозяйственная культура, выращиваемая в Кзыл-Ординской области, – рис, и анализ его урожайности приведен в табл. 4.2.

Т а б л и ц а 4 . 2

Зависимость урожая риса от числа эксплуатируемых скважин  
вертикального дренажа

Район совхоз	Годы возделывания									
	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985
Чиилийский район	$\frac{37,9}{10}$	$\frac{53,4}{28}$	$\frac{41,7}{42}$	$\frac{40,1}{54}$	$\frac{45,9}{68}$	$\frac{42,3}{68}$	$\frac{44,1}{68}$	$\frac{45,4}{70}$	$\frac{47,9}{78}$	$\frac{47,8}{78}$
Совхоз «Авангард»	$\frac{43,0}{-}$	$\frac{62,5}{8}$	$\frac{54,0}{15}$	$\frac{50,0}{15}$	$\frac{57,0}{15}$	$\frac{44,6}{15}$	$\frac{53,9}{15}$	$\frac{53,0}{15}$	$\frac{55,0}{15}$	$\frac{50,0}{15}$

Примечание. В числителе – урожайность, ц/га. В знаменателе – число эксплуатируемых скважин, шт.

За период исследований по Чиилийскому району количество скважин возросло с 10 до 78, а урожайность риса повысилась с 37,9 до 47,8 ц/га.

По совхозу «Авангард» введены в строй 15 скважин вертикального дренажа. Это повысило урожайность риса на 7 ц/га. Средняя урожайность на опытном участке занимающем площадь 375 га и входящим во 2-й севооборотный массив совхоза «Авангард» составила 60,7 ц/га.

## 4.2. Динамика уровня грунтовых вод на участках вертикального дренажа

В исследованиях, проводившихся в различных районах рисосеяния, режиму и динамике уровня грунтовых вод уделялось большое внимание, так как затопленные рисовые поля существенно изменяют гидрогеологические условия не только в пределах самой рисовой системы, но и оказывает влияние на прилегающие земли.

В настоящее время накоплено значительное количество опытных данных по динамике уровня грунтовых вод под рисовыми полями, характерной чертой которых является ярко выраженная цикличность. Рассматривая динамику грунтовых вод в годовом разрезе можно выделить два периода: вегетационный – когда на поверхности рисового поля и в каналах оросительной сети поддерживаются горизонты воды и осеннее – зимний (вневегетационный) – когда на рисовых полях и оросительных каналах вода отсутствует.

Эксплуатация существующих рисовых систем Казахстана, расположенных в поймах рек, показывает, что орошение в условиях недостаточной дренированности рисовых полей приводит к подъему уровня грунтовых вод, засолению и заболачиванию земель.

В связи с возделыванием риса большой интерес представляют грунтовые воды, залегающие на первом от поверхности региональном водоупоре находящимся в пойме Сырдарьи на глубине 45...70 м. Грунтовые воды через зону аэрации контактируют с почвами, которые являются объектом сельскохозяйственных мелиораций. Поэтому важно знать условия формирования, особенно режима уровня и минерализации грунтовых вод.

Наиболее активный источник питания грунтовых вод на рисовом массиве- оросительные воды, пополняющие грунтовые, за счет фильтрации из каналов и непосредственно с рисовых полей. Таким образом, между грунтовыми и поверхностными водами на рисовом массиве устанавливается тесная взаимосвязь.

Фильтрационные воды, пополняя грунтовые, особенно при их слабой отточности, значительно поднимают уровень грунтовых вод,



уменьшая тем самым фильтрацию с поверхности рисового поля, а, следовательно, и дренированность территории.

Грунтовые воды на Кызылкумском массиве приурочены к четвертичным отложениям. Водоносными породами являются мелкозернистые, местами среднезернистые речные пески с прослойками галечниковых отложений, а также слоев супесей, суглинков и глин.

До освоения Кызылкумского массива грунтовые воды залегали в пойме на глубине 1...3 м, на первой надпойменной террасе 3...5 м, на второй 6...10 м. Режим грунтовых вод зависел от природных факторов и складывался по гидрогеологическому типу и подтипу компенсированному внутриводосборным испарением, транспирацией и оттоком.

Основным источником питания грунтовых вод являлась Сырдарья. Годовая амплитуда колебания уровня грунтовых вод находилась в пределах 0,4...0,6 м.

С вводом в эксплуатацию Чардаринского водохранилища и началом орошения риса режим грунтовых вод существенно изменился. Доминирующим элементом питания грунтовых вод стали фильтрационные воды с рисовых полей, вызвавшие значительный подъем уровня грунтовых вод.

На опытно – экспериментальном участке перед посевом риса грунтовые воды залегали на глубине 1,8...2,0 м. Незначительный подъем уровня грунтовых вод происходит за счет фильтрации воды из оросительной сети и с близлежащих затопленных рисовых полей.

В период первоначального затопления рисовых чеков наблюдается резко выраженная и быстро заканчивающаяся фаза промачивания всей толщи зоны аэрации. Впереди фильтрующихся вниз оросительных вод движется капиллярная кайма, которую всасывают вогнутые мениски капилляров. При смыкании с капиллярной каймой грунтовых вод мениски взаимно снимаются, и капиллярная вода обращается в обычную, которая способна передавать гидростатическое давление.

Эпюры пьезометрических давлений составленные на основе наблюдений за фактическим режимом грунтовых вод с помощью разноглубинных скважин-пьезометров на Кызыл-Кумском массиве представлены на рис. 4.2. Эпюра «а» показывает распределение давлений за двое суток до затопления. Воды в чеке еще нет, но по оросительным каналам подается вода на соседние чеки, грунтовые воды в связи с этим приобрели напорный характер снизу вверх. Аналогичное пьезометрическое давление наблюдается и через три дня после затопления – эпюра «б». На пятые сутки поливные и грунтовые воды смыкаются, эпюра «в». В дальнейшем уровень грунтовых вод устанавливается около поверхности земли эпюра «г».

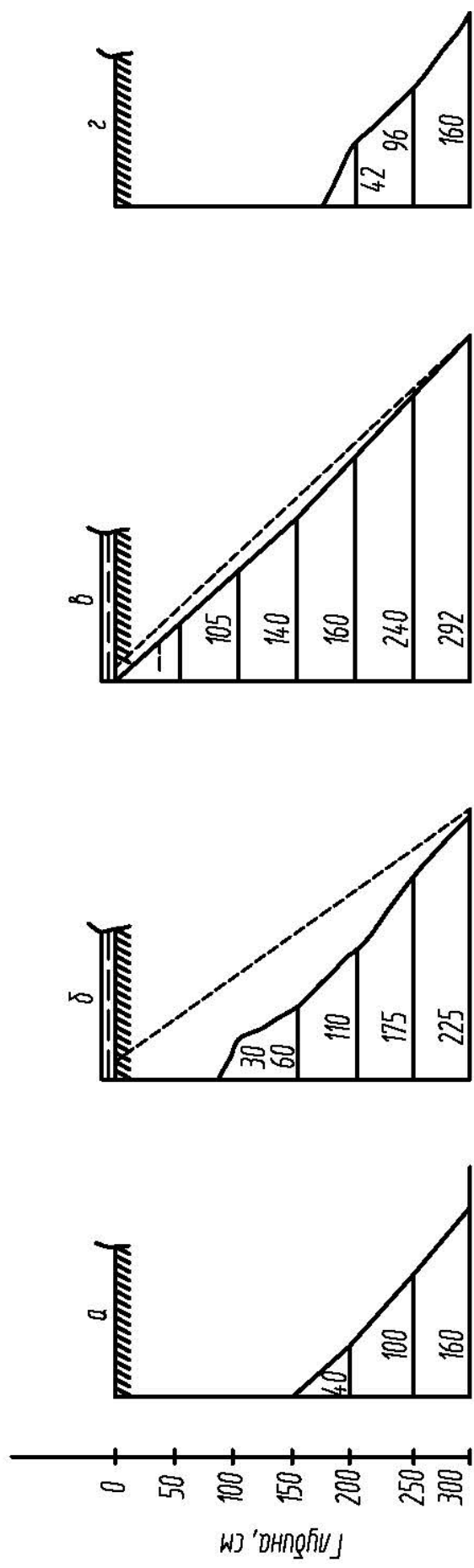


Рис. 4.2. Эпюры пьезометрических давлений под рисовым полем:

а – за два дня до затопления;

б – через три дня после затопления;

в – постоянное давление в июне, июле и августе;

г – через тридцать дней после прекращения вододачи

Скорость и характер подъема уровня грунтовых вод на опытном участке в период первоначального затопления рисовых полей представлен на рис. 4.3.

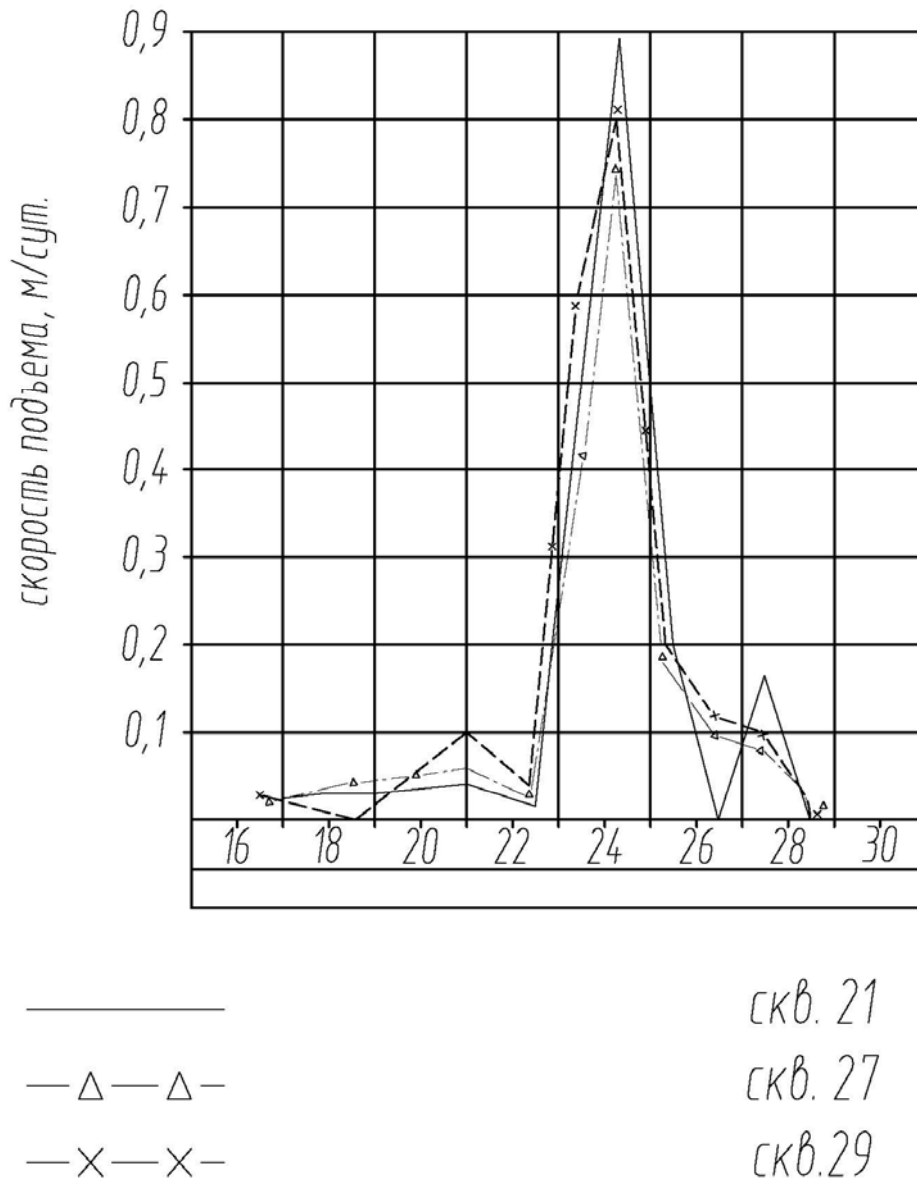


Рис. 4.3. Скорость подъема уровня грунтовых вод в период затопления рисовых чеков

Смыкание грунтовых вод находящихся на глубине 1,8...2,0 м от поверхности земли с ирригационными в период первоначального затопления происходит на 5...6 сутки. Скорость подъема уровня грунтовых вод изменяется во времени. Максимальная скорость подъема отмечается на 4 сутки затопления – 0,75...0,90 м/сут. В начале и конце периода затопления скорость подъема значительно ниже – 0,10...0,40 м/сут.

После смыкания поверхностных оросительных вод с грунтовыми, под затопленным рисовым полем создается сплошное водное тело, верхняя поверхность которого – уровень воды в чеке, нижняя – водоупорное ложе грунтовых вод. При этом наблюдается непосредственная связь пьезометрического давления в грунтовых водах с горизонтом воды в чеке, и вертикальная фильтрация, которая сохраняется до конца оросительного периода. Некоторое снижение уровня грунтовых вод происходит в период прорастания и кущения, когда в чеках и оросительных каналах поддерживаются минимальные уровни воды. При поддержании постоянного слоя воды в чеке уровень грунтовых вод приобретает более стабильное положение, максимально (на 0,0...0,1 м) приближаясь к поверхности земли (рис. 4.4–4.5).

Понижение уровня грунтовых вод наблюдается также в зоне радиуса действия работающих дрен. Такое положение уровня грунтовых вод объясняется действием дренажа, который отводит дренажной воды больше, чем поступает сверху с затопленных рисовых полей за счет нисходящих фильтрационных токов.

В вегетационный период картина распределения давлений под рисовым полем резко меняется, сразу же после прекращения водоподачи на рисовые чеки происходит снижение уровня грунтовых вод.

Спад уровня грунтовых вод после сброса воды с чеков происходит медленнее по сравнению с его подъемом. Скорость спада уровня грунтовых вод в период осушения рисовых чеков зависит от дренированности территории.

На рисовых системах в водоснабжении растений люцерны активное участие принимают грунтовые воды, режим которых тесно связан с орошением риса на прилегающей территории. После затопления рисовых полей уровень грунтовых вод на неорошаемых участках и на полях, занятых сопутствующими культурами, повышается в результате растекания водного бугра, созданного профильтровавшимися поверхностными водами под рисовыми полями. В связи с этим, через некоторое время, уровень грунтовых вод под полями, занятыми сопутствующими культурами, возрастает. Выявляется мелиорирующая роль люцерны как культуры с очень высоким водопотреблением. В вегетационный период люцерны понижает уровень грунтовых вод, опресняет их и стабилизирует степень засоления почв в слое аэрации. В условиях рисового хозяйства «Кызылкумский» на полях люцерны 2-го года уровень грунтовых вод в вегетационный период залегал глубже, чем на полях люцерны первого года на 0,2...0,1 м.

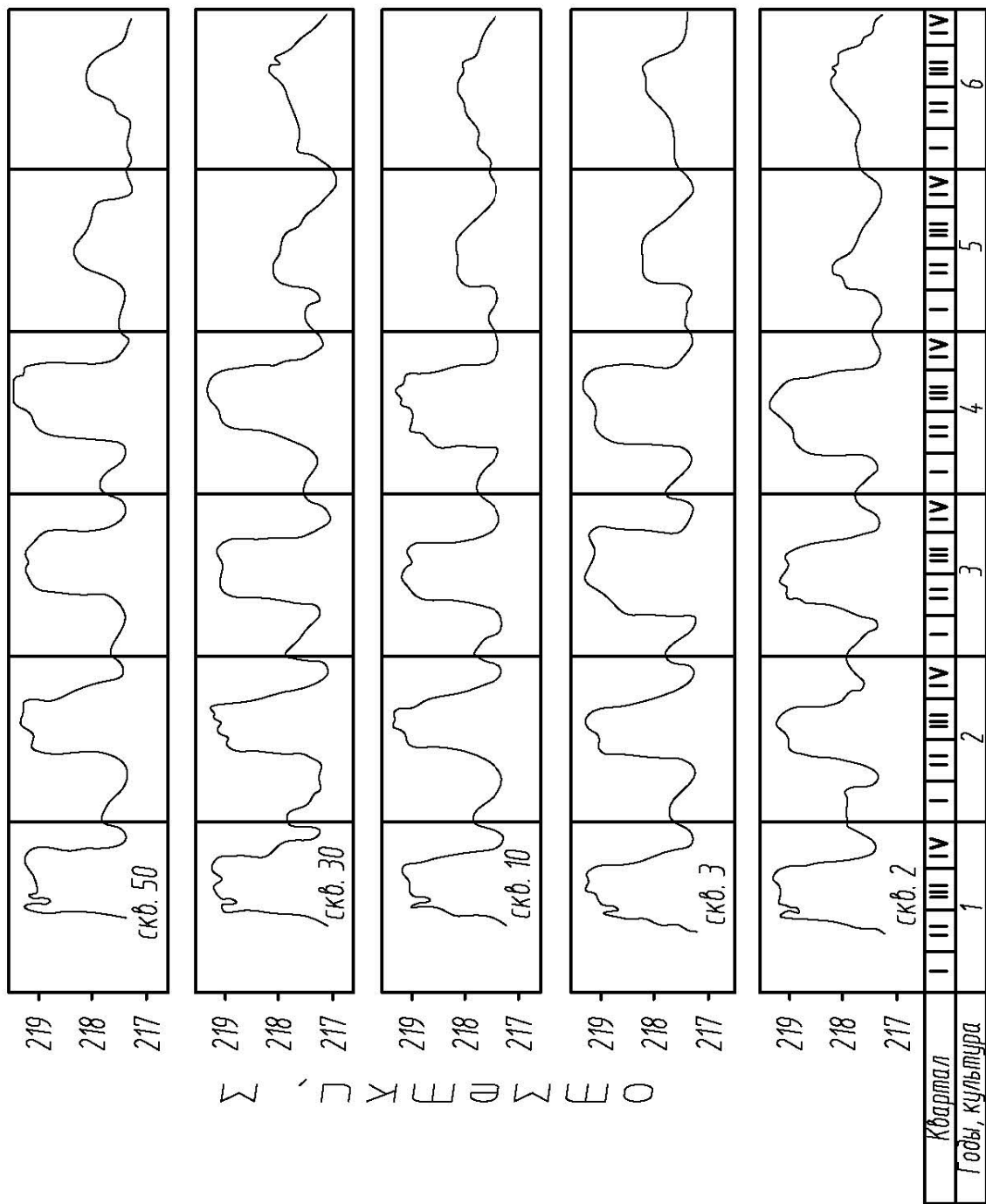


Рис. 4.4. Динамика УГВ на участках ВД по 7 кусту

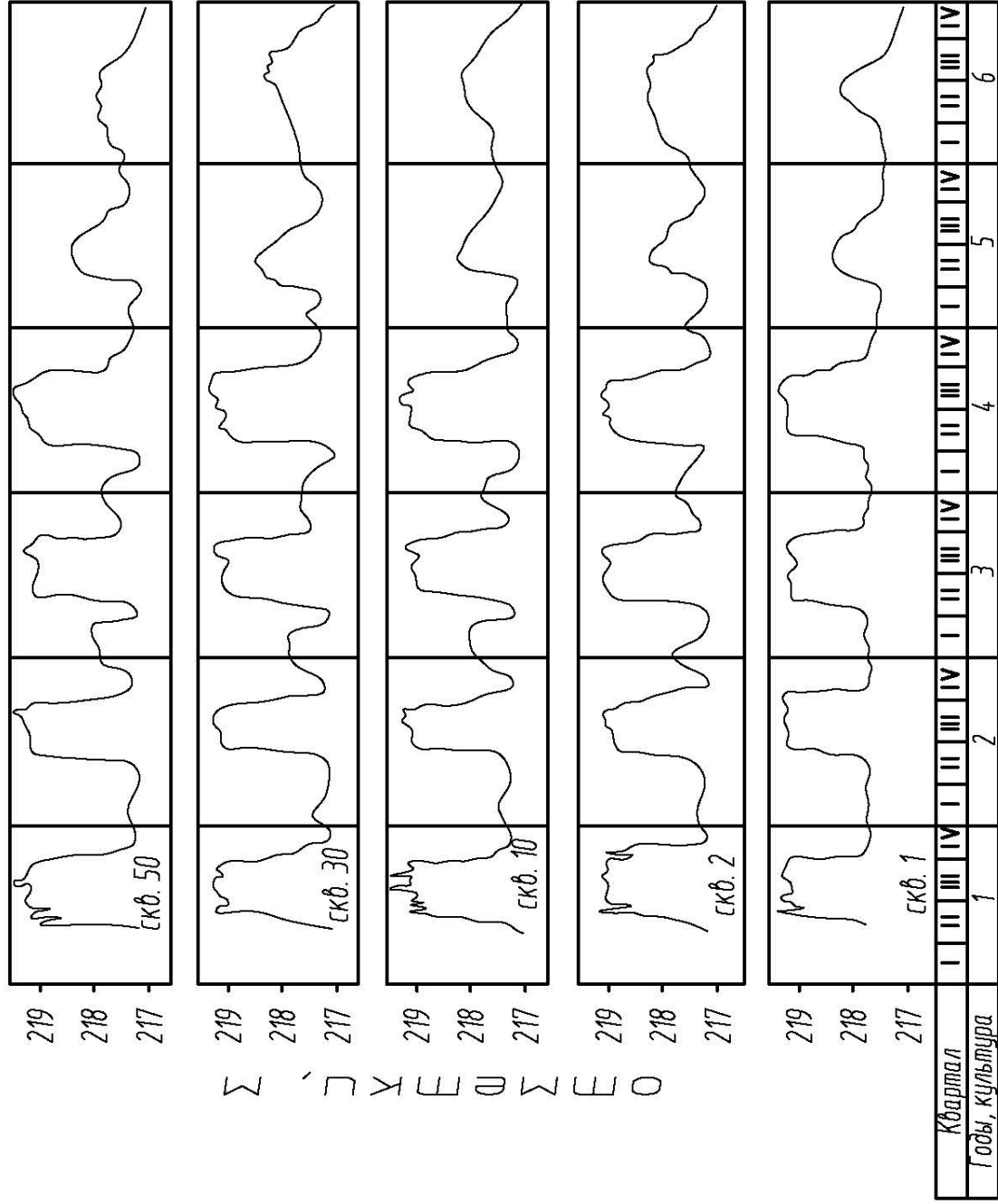


Рис. 4.5. Динамика УГВ на участках ВД по 8 кусту

Осенний предуборочный период является наиболее важным в работе вертикального дренажа. В это время необходимо в возможно сжатые сроки подготовить рисовые чеки к механизированной уборке риса. Фактическую скорость снижения уровня грунтовых вод на рисовых полях в предуборочный период изучали по створам скважин, расположенных на чеках удаленных от вертикальной дрены на различное расстояние. Наблюдения проводили один раз в сутки с момента прекращения подачи воды на рисовые чеки до достижения необходимых норм осушения. Снижение уровня грунтовых вод – сложный процесс, происходящий как за счет оттока грунтовых вод в работающую вертикальную дрену, так и за счет испарения с поверхности грунтовых вод и почвы.

Причем значение абсолютных величин испарения в этом процессе с понижением уровня грунтовых вод уменьшается (табл. 4.3).

Т а б л и ц а 4 . 3

Скорость снижения уровня грунтовых вод  
в период осушения рисовых чеков

Расстояние от наблюдательной скважины до дрены, м	Уровень грунтовых вод, м			Время, сут	Скорость снижения, см/сут	Средняя скорость снижения УГВ по полю, см/сут
	к началу откачки	к концу откачки	снижение			
Вертикальная дрена №9						
125	0,40	2,30	1,09	25	7,60	5,60
250	0,75	2,06	1,31	25	5,24	
575	1,00	2,06	1,06	25	4,24	
Вертикальная дрена №11						
175	0,35	1,61	1,26	25	5,04	4,32
225	0,50	1,76	1,26	25	5,04	
310	0,35	1,53	1,18	25	4,72	
350	0,56	1,76	1,20	25	4,80	
735	1,05	2,09	1,04	25	4,16	
810	1,10	1,95	0,85	25	3,40	
1325	0,98	1,75	0,77	25	3,08	
Вертикальная дрена № 3						
50	1,07	1,90	0,83	16	5,19	3,85
180	0,94	1,68	0,74	16	4,63	
300	1,08	1,67	0,59	16	3,69	
700	1,85	2,32	0,47	16	2,94	
990	1,81	2,23	0,42	16	3,0	

Скорость спада уровня грунтовых вод при работающих скважинах вертикального дренажа находится в прямой зависимости от расстояния до вертикальной дрены.

Чем ближе наблюдательная скважина расположена к работающей дрене, тем больше скорость снижения грунтовых вод и наоборот. При этом скорость снижения изменяется в зависимости от градиента напора, который снижается с увеличением дебита скважины. В начальный период работы скорость снижения всегда больше, со временем она постепенно уменьшается, и уровень стабилизируется (рис. 4.6).

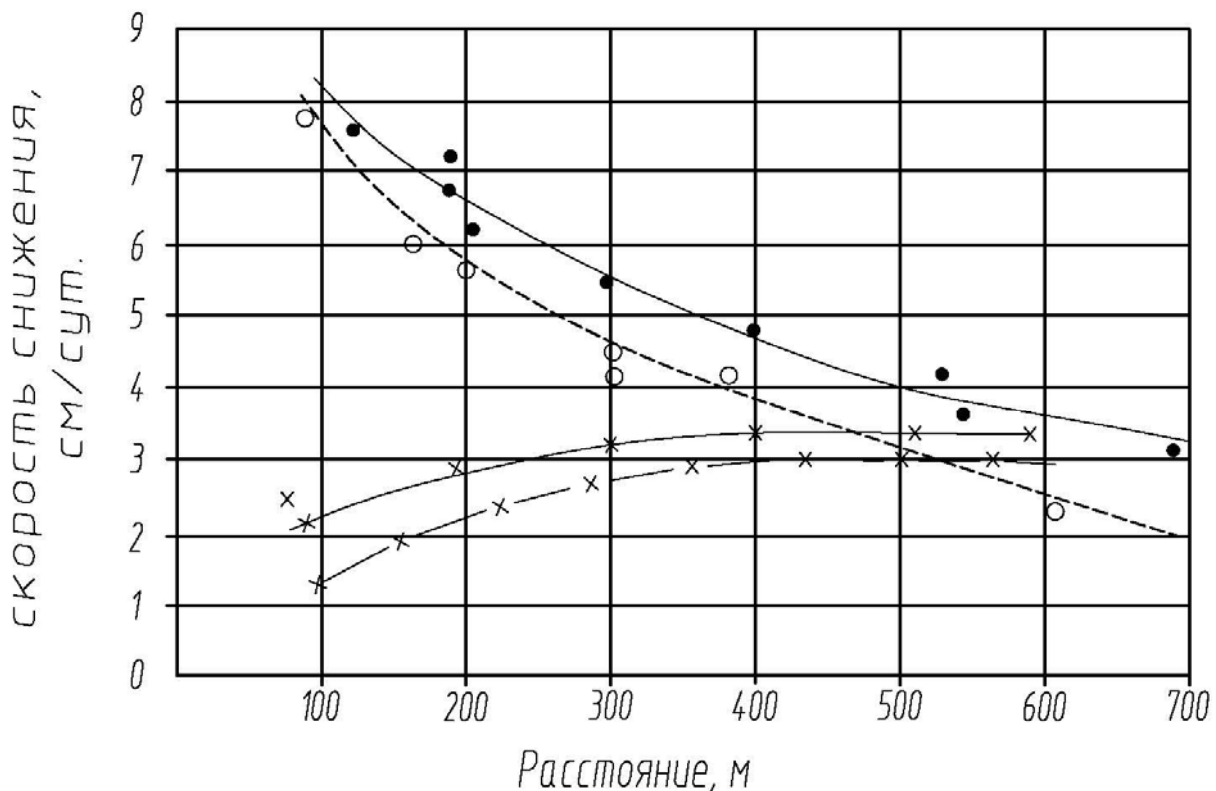


Рис. 4.6. Скорость снижения УГВ в период осушения рисовых чеков:  
 а, б – скважины работают; в, г – скважины не работают;  
 а, в – период освоения; б, г – период эксплуатации

При неработающих скважинах вертикального дренажа скорость спада подчинена другой зависимости: на нее основное влияние оказывает высотное расположение чеков. Чем больше по отметкам расположен чек, то при прочих равных условиях у него будет большая естественная дренированность, а следовательно, и скорость снижения уровня грунтовых вод (рис. 4.7).



Работа скважин увеличивает скорость снижения уровня грунтовых вод в среднем в 1,7...2,0 раза по полю, что сокращает сроки осушения рисовых полей и способствует проведению механизированной уборки риса в более сжатые сроки. Влияние работающей дрены в период осушения в зависимости от конфигурации поля, его размеров и высотных отметок доходит до 600...700 м.

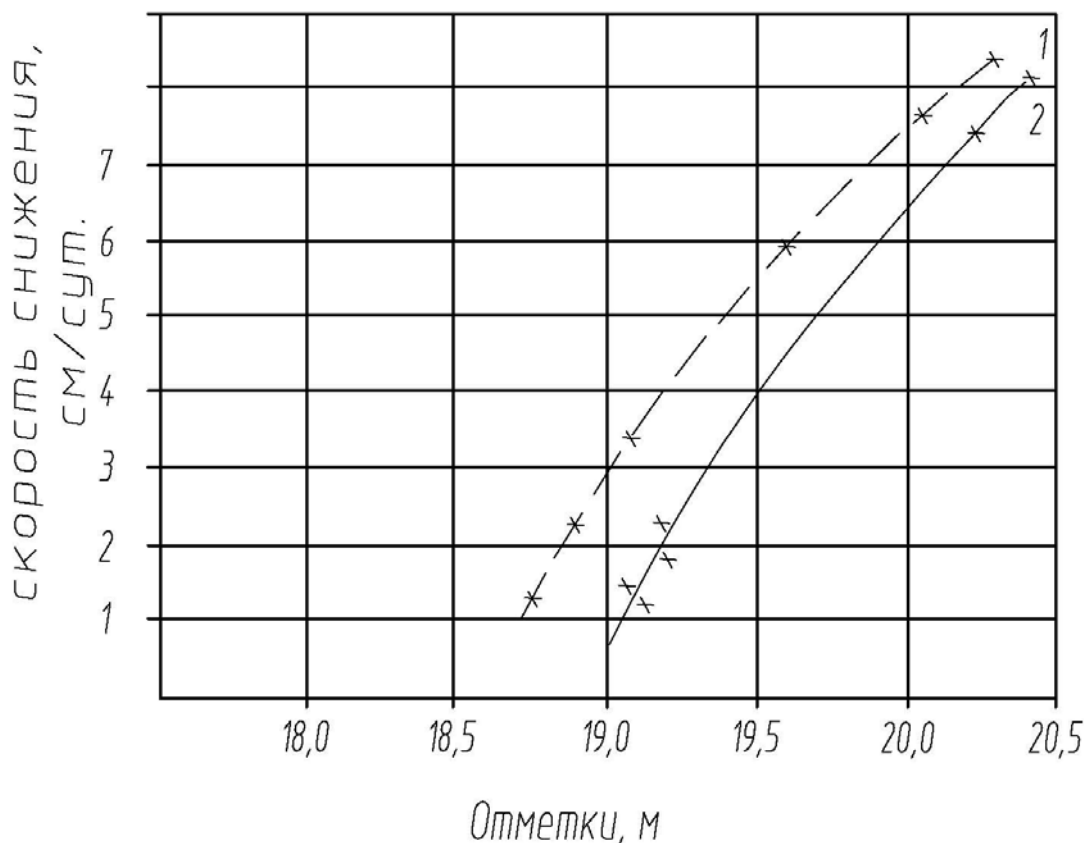


Рис. 4.7. Скорость снижения УГВ в зависимости от расстояния до скважины вертикального дренажа и отметки чека:  
1 – период освоения. 2 – период эксплуатации

В силу гидродинамического перераспределения давления грунтовых вод между рисовыми полями и посевами люцерны, через водоносный горизонт, состоящий из песчаных отложений, в вегетационный период наблюдается подъем уровня грунтовых вод и на полях сопутствующих культур. На динамику уровня грунтовых вод, на посевах люцерны оказывают влияние работа скважин вертикального дренажа и проводимые поливы. Причем работа скважин вертикального дренажа снижает напорность грунтовых вод на пониженных чеках и понижает уровень грунтовых вод (табл. 4.4).

Таблица 4.4

Скорость снижения уровня грунтовых вод при работе скважин вертикального дренажа в оросительный период (Кзыл-Ординская область)

№ режимных скважин	Расстояние от скважин до работающей ВД, м	Уровень грунтовых вод, см			Скорость снижения см/сут	Слой воды в чеке, см	
		К началу откачки 3 августа	В конце откачки 8 августа	Снижение		3 августа	8 августа
1	30	-37,0	-1,0	36,0	6,0	17	17
2	250	-30,0	-25,0	5,0	0,83	17	17
3	500	-21,0	-19,8	1,2	0,20	18	18
4	750	-4,0	-2,0	9,0	0,33	15	15
6	1600	20,0	23,0	3,0	0,50	15	16
Вертикальная дрена № 1 посева люцерны							
16	130	126,0	137,0	11,0	1,8	–	–
86	380	124,0	125,0	1,0	0,17	–	–
103	420	111,0	110,0	1,0	0,17	–	–
Вертикальная дрена № 4 посева люцерны							
18	35	146,0	213,0	67,0	–	–	–
30	1290	65,0	77,0	12,0	–	–	–

**Примечание.** При отрицательных значениях уровень грунтовых вод выше поверхности земли.

Как видно из табл. 4.4 в зависимости от удаления от скважин вертикального дренажа ее работа снижает напорность грунтовых вод в оросительный период под полями риса на 36,0...1,2 см, под посевами люцерны на 67,0...1,0 см. Этим самым создаются благоприятные условия для фильтрации воды из рисовых чеков, усиливаются нисходящие токи воды.

Таким образом, динамика грунтовых вод на рисовой системе характеризуется четко выраженной цикличностью как в годовом, так и многолетнем разрезах. Максимальные отметки уровня грунтовых вод наблюдаются в течение оросительного периода, а минимальные – осенне-зимний и весенний периоды. Однако глубина залегания уровня грунтовых вод вневегетационный после поливной период зависит от многих факторов главным из которых является дренированность территории. До начала массового строительства вертикального дренажа открытый горизонтальный дренаж, выполненный в условиях неустойчивых легко оплываемых грунтов, не справлялся с задачей снижения уровня грунтовых вод на требуемую глубину из-за деформации откосов и за-

растания. Это привело к снижению дренажного и подземного оттока грунтовых вод, поэтому необходимого мелиоративного улучшения земель не наблюдалось. Некоторое рассоление почв под рисовыми полями происходило за счет фильтрации оросительной воды в свободную емкость почвогрунтов и оттеснения грунтовых вод на прилегающую территорию.

Поэтому на массиве значительную часть его площади занимали земли, где грунтовые воды залегали на небольшой глубине. Это приводило к ухудшению мелиоративного состояния земель, снижению урожайности риса и сопутствующих культур. Так до начала строительства скважин вертикального дренажа на массиве на большей части площади (73,2 %) грунтовые воды залегали на глубине до 2 м, и лишь на остальной части 26,8 % на глубине 2...3 м.

Благодаря работе скважин вертикального дренажа на массиве наметилась тенденция к увеличению площадей с глубиной залегания уровня грунтовых вод более 20 м. Работа скважин способствовала тому, что грунтовые воды в после поливной период на глубине более 2 м залегали на площади 25949 га, что составляет 65,2 % общей площади орошаемых земель на массиве.

Однако тенденция снижения площадей с высоким уровнем стояния грунтовых вод в невегетационный период проявляется не достаточно ярко и однозначно, поскольку на динамику уровня грунтовых вод влияет большое число факторов, в том числе и тот, что несмотря на численный рост количества скважин вертикального дренажа на массиве, одновременно происходит снижение ряда эксплуатационных показателей их работы (уменьшение дебита, снижение КПР, простаивание части скважин из-за поломок и т.д.)

#### **4.3. Радиус влияния скважин вертикального дренажа**

Перед вертикальным дренажем ставится задача понизить зеркало грунтовых вод и поддерживать этот уровень.

При откачке из скважины вокруг нее образуется воронка депрессии. Расстояние, на которое распространяется воронка депрессии от центра скважины, есть радиус влияния скважины вертикального дренажа. Наряду с другими параметрами радиус влияния является важной характеристикой, от которой зависит расположение скважин по площади.

Исследования вертикального дренажа в различных районах страны при орошении культур не рисового севооборота показали, что радиус влияния и площадь обслуживания одной скважиной зависит от многих

факторов и меняются в широких пределах. Так в Кировском районе Ферганской области при глубине скважин от 23 до 34 м и расходах от 20 до 70 л/с радиус влияния изменяется от 300 до 750 м.

Районирование вертикального дренажа в Узбекистане Л.А. Скоробогатовой показало, что в Ташкентской области при глубине скважин 50...70 м и дебите 50...80 л/с одна скважина может обслуживать 296 га, а в Сырдарьинской области при глубине скважин 40...100 м и дебите 25...120 л/с площадь обслуживания составляет 304 га.

В Каганском районе Бухарской области скважина дебитом 25...40 л/с имеет радиус влияния 400...600 м и может обслуживать площадь до 115 га.

В северо-западной части Голодной степи у скважины с максимальным дебитом около 50 л/с площадь дренирования достигает 250 га (Л.Л. Корелис), а в Шурузьякском понижении Голодной степи одна скважина строится на площади 170 га (Д. Иконому).

В южном районе Сардобинского массива скважина фактическим дебитом 35 л/с обслуживает 600 га орошаемой площади. Х.А. Кадыров обосновал основные параметры вертикального дренажа для Бухарского оазиса. Здесь в зависимости от гидрогеологического и литологического строения площадь обслуживания скважиной изменяется от 115 до 890 га.

Вертикальный дренаж построенный на Краснознаменной оросительной системе в степной зоне юга Украины при дебите 15...80 л/с имеет радиус влияния от 300...400 до 1000 м.

В Заволжье дебит скважин колеблется от 30 до 100 л/с. В соответствии с этим скважины могут обслуживать от 300 до 1000 га орошаемых земель (Н.М. Решеткина).

Работ подобного рода на рисовых оросительных системах не проводилось, поэтому в задачу исследований входило изучение радиуса влияния и развития депрессионной воронки вокруг скважины при орошении риса и сопутствующих культур. Радиус влияния и развитие депрессионной воронки во времени фиксировались при помощи наблюдательных скважин удаленных на различном расстоянии от вертикальной дрены.

Опытно-экспериментальный участок вертикального дренажа расположен на низких гипсометрических отметках по сравнению с остальной частью массива, поэтому оттока подземных вод за пределы участка практически нет, наоборот часть фильтрационных вод с территорий других участков массива пополняет грунтовые воды опытного участка. На полях первого и второго севооборотов третьего агроучастка

к тому же наблюдается большая террасность чеков, а скважины вертикального дренажа расположены в пониженных местах полей в сторону которых движется грунтовый поток с чеков имеющим высокие отметки. Поэтому на пониженных чеках расположенных рядом с вертикальными дренами грунтовые воды принимают напорный характер.

Замеры уровня грунтовых вод на таких чеках по скважинам пьезометрам показывает, что он выше поверхности земли на величину достигающую до 0,5...0,6 м. При работе скважин устанавливается некоторая депрессионная кривая уровня грунтовых вод, причем горизонтальная часть этой кривой, которая и характеризует работу вертикального дренажа, расположена на значительном расстоянии от скважины, равном примерно радиусу ее влияния.

Под действием работающих дренажных скважин избыточный пьезометрический напор на большинстве низких чеков снимается, создаются условия для образования нисходящих фильтрационных токов воды. Вокруг каждой скважины образуется депрессионная воронка, формирование которой при работе скважины заканчивается за 6–14 суток (рис. 4.8).

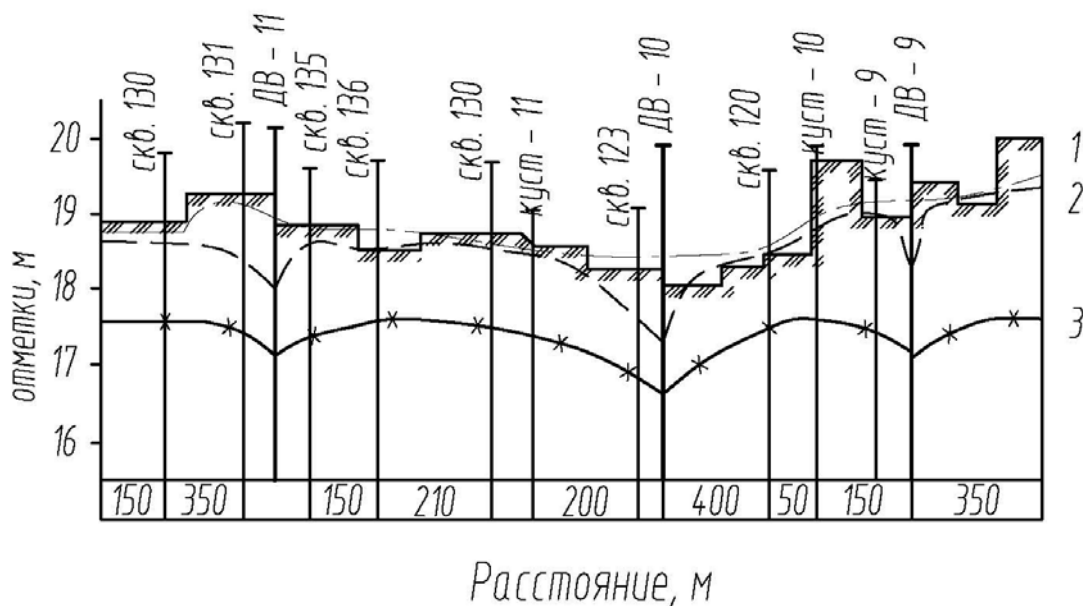


Рис. 4.8. Динамика уровня грунтовых вод по створу скважин вертикального дренажа в рисосхозе «Кзыл-Кумский»:  
 1 — в период поддержания слоя воды на рисовых чеках, когда скважины не работают; 2 — то же скважины работают;  
 3 — на 25 сутки орошения рисовых чеков

При работе вертикальной дрены, в этой зоне, путем откачки воды из глубоких горизонтов создаются условия для образования нисходящих токов воды, этим самым снижается избыточный пьезометрический напор и повышается общая дренажность территории.

Террасность чеков на поле влияет на уровень грунтовых вод. Террасность на поле приводит к усиленному оттоку в низкие чеки, и тем самым создает на них напорность грунтовых вод.

Включением скважин в работу в период поддержания слоя воды на рисовых чеках в радиусе действия дренажа до 500 м снимается напорность грунтовых вод. В периоды прекращения перед авиаподкормкой и внесением гербицидов радиус действия скважины возрастает и доходит до 700...800 м, с понижением уровня грунтовых вод на 30...50 см в радиусе 300 м.

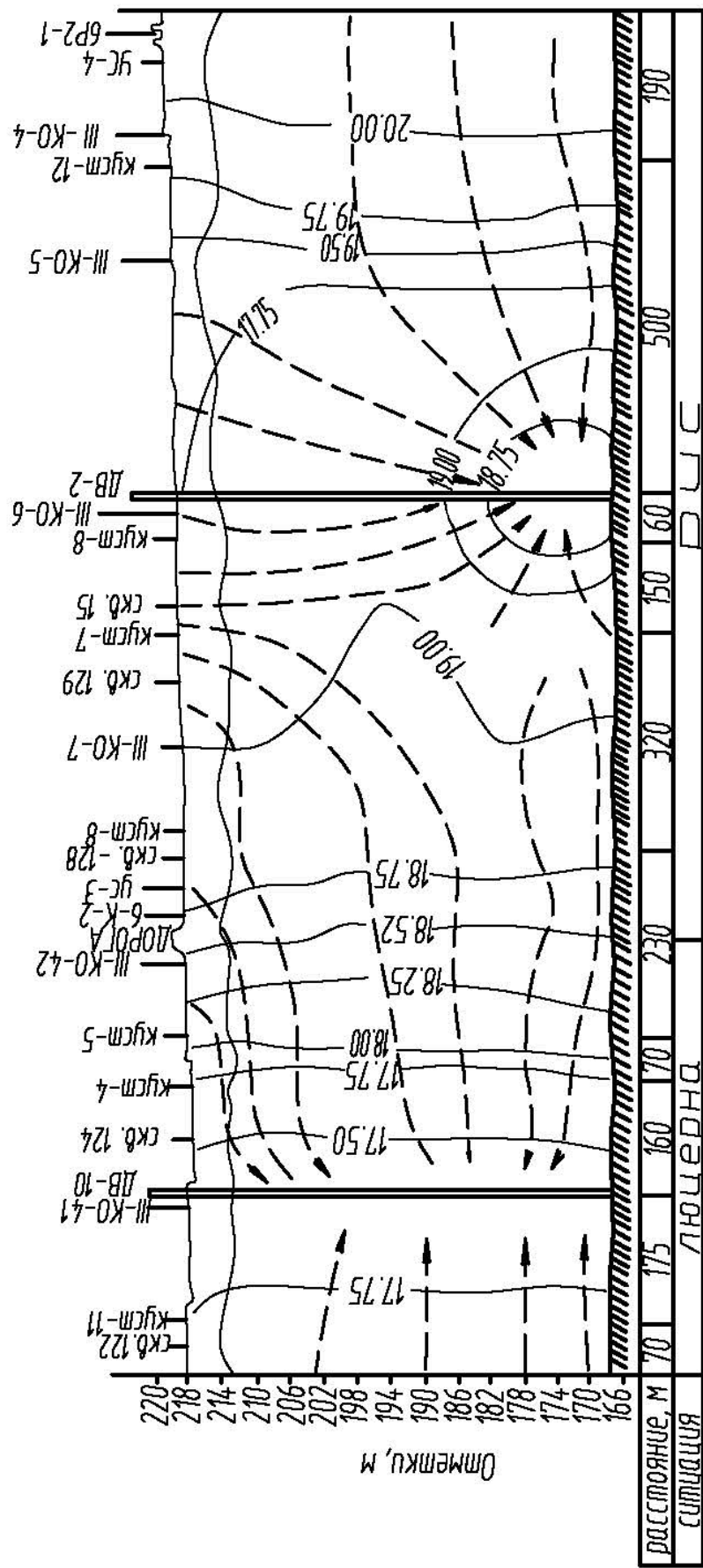
В период осушения рисовых полей и отсутствия вод подачи наблюдается повсеместное снижение уровня грунтовых вод до глубины 1,4...2,0 м в зависимости от террасности чеков и удаление их от работающей скважины, что позволяет в короткие сроки провести механизированную уборку риса. При этом возможное ухудшение мелиоративного состояния пониженных чеков можно предотвратить работой вертикальных дрен в осенний и весенний периоды, доведением уровня грунтовых вод в то время до 2,0...2,5 м.

Характер притока грунтовых вод к скважинам вертикального дренажа и движения грунтового потока изучался по разноглубинным кустам пьезометров которыми оборудован опытно-экспериментальный участок.

Наблюдения по разноглубинным кустам пьезометров показывают, что по глубине давления изменяется незначительно и практически одинаково. Это говорит о том, что на опытно-экспериментальном участке наблюдается хорошая гидравлическая связь по всей глубине до водоупора. Такое распределение давлений по глубине свидетельствует о незначительном движении грунтовых вод в вертикальном направлении. Вертикальное движение воды наблюдается лишь под затопленными рисовыми полями, когда уровень воды в чеках находится выше уровня грунтовых вод, но это вертикальное движение воды распространяется на незначительную глубину.

При не работающих скважинах вертикального дренажа, во время поддержания слоя воды на рисовых чеках в грунтовые воды движутся в горизонтальном направлении. Направление движения – от затопленных рисовых полей в сторону полей сопутствующих культур.

Работа вертикальных дрен изменяет картину движения грунтовых вод. Под посевами риса наблюдается вертикальное движение грунтовых вод, то есть часть грунтовых вод перехватывается вертикальной дренной, а другая часть грунтовых вод движется в сторону люцернового поля, где грунтовая вода откачивается вертикальным дренажем (рис. 4.9).



Условные обозначения: - верхний покровский слой; - водоупор; - линии равных напоров; - линии токов.

Рис. 4.9. Схема движения грунтовых вод к скважинам вертикального дренажа

В осенний период происходит повсеместное снижение уровня грунтовых вод, напоры по всей глубине грунтового потока снижаются и выравниваются, наблюдается только незначительное горизонтальное движение грунтовых вод.

Анализ движения грунтовых вод в различные периоды времени показывают, что водоносная толща, состоящая в основном из песчаных отложений, хорошо передает гидравлические напоры, вследствие чего по глубине изменения напоров незначительны. Основное движение грунтовых вод в горизонтальном направлении к скважинам вертикального дренажа и от полей риса к полям люцерны. Поля сопутствующих культур являются областью разгрузки грунтового потока.

Анализ динамики уровня грунтовых вод показывает, что грунтовые воды имеют четко выраженную сезонную ритмичность, амплитуда их колебаний изменяется в пределах 1,6...1,8 м. Самый высокий уровень соответствует периоду орошения риса и люцерны, а низкий относится к межполивному периоду.

Таким образом, можно заключить, что колебания уровня грунтовых вод по годам и внутри года имеют четко выраженную сезонную ритмичность и зависят от проводимых поливов, причем вертикальный дренаж принимает активное участие в формировании уровня грунтовых вод.



## Глава 5. МЕЛИОРИРУЮЩЕЕ ЗНАЧЕНИЕ СКВАЖИН ВЕРТИКАЛЬНОГО ДРЕНАЖА НА РИСОВЫХ СИСТЕМАХ БАССЕЙНА СЫРДАРЬИ

Источником орошения для Кызылкумского и Кзыл-Ординского рисовых массивов является р. Сырдарья ниже Чардаринского водохранилища. Здесь минерализация и химический состав воды р. Сырдарьи в течение года изменяется в больших пределах. Минимальная минерализация воды (1,25...1,50 г/л) соответствует периодам паводка (весной и летом), максимальная (1,5...1,9 г/л) – периоду попуска санитарного расхода (осенью и зимой).

На Кызылкумском массиве вода на полях орошения подается по Кызылкумскому магистральному каналу, расход которого 200 м/с. В оросительной воде преобладают ионы сульфата, натрия и бикарбоната. Содержание ионов сульфата в поливной воде составляет 0,339...0,760 г/л, натрия – 0,099...0,248, бикарбоната – 0,147...0,262, хлора – 0,068...0,262, кальция – 0,082...0,180 и магния – 0,042...0,110 г/л.

Зависимость между минерализацией оросительной воды и концентрацией ионов приведена в табл. 5.1. Коэффициент корреляции этих связей составляет 0,6...0,9. Эти зависимости позволяют определить по минерализации оросительной воды содержание в ней тех или иных ионов. Оросительная вода по химическому составу бикарбонатно-сульфатная и в многолетнем разрезе ее химизм не изменяется.

Т а б л и ц а 5 . 1

Зависимость между минерализацией оросительных  
дренажно-сбросных вод и концентрацией ионов, г/л

Массивы	Кзыл-Ординский	Кызылкумский
Оросительная вода	$Ca = 0,08C - 0,01$ $Mg = 0,08C - 0,01$ $Na+K = 0,13C + 0,01$ $HCO_3 = 0,14C - 0,01$ $Cl = 0,16C - 0,06$ $SO_4 = 0,50C - 0,07$	$Ca = 0,07C - 0,02$ $Mg = 0,07C - 0,02$ $Na+K = 0,19C - 0,05$ $HCO_3 = 0,11C + 0,05$ $Cl = 0,14C - 0,03$ $SO_4 = 0,48C - 0,03$
Дренажно-сбросная вода	$Ca = 0,07C - 0,01$ $Mg = 0,07C - 0,02$ $Na+K = 0,23C - 0,18$ $HCO_3 = 0,04C + 0,14$ $Cl = 0,11C + 0,10$ $SO_4 = 0,53C - 0,15$	$Ca = 0,07C - 0,02$ $Mg = 0,07C - 0,02$ $Na+K = 0,23C - 0,20$ $HCO_3 = 0,04C + 0,14$ $Cl = 0,25C - 0,26$ $SO_4 = 0,31C + 0,21$

Качественный анализ поливной воды показывает, что в ее составе преобладают соли сульфата натрия, бикарбоната кальция, хлорида магния и сульфата кальция. В целом минерализация оросительной воды ниже Чардаринского водохранилища р. Сырдарьи из года в год увеличивается. Если средняя минерализация речной воды в 1970 году была равна 0,81 г/л, то в 1986 году составила 1,47 г/л. Увеличение минерализации воды реки Сырдарьи, вызвано увеличением объема возвратных вод с орошаемых массивов.

Минерализация дренажно-сбросных вод на рисовых оросительных системах бассейна Сырдарьи изменяется во времени как в количественном, так и качественном отношении. Данные химических анализов показывают, что на Кызылкумском массиве в оросительный период минерализация дренажно-сбросных вод изменяется от 1,5 до 6,5 г/л, в неоросительный период, минерализация их увеличивается до 9,0 г/л. Изменение минерализации дренажно-сбросных вод по массиву объясняется пестротой участков по степени засоления почвогрунтов, грунтовых вод, величины оросительной нормы, срока ввода земель под орошение, дренированностью территории и возделываемой культуры.

Оценить качественно вынос коллекторно-сбросным стоком с Кызылкумского массива можно, проанализировав табл. 5.2, где на данных фактических объемов сточных вод и общего солесодержания рассчитаны показатели выноса солей за оросительный период. Расчет показал, что ежегодно вынос солей с одного гектара составляет более 10 тонн, половину (49 %) которых составляют сульфаты, 15 % – хлориды и 15 % – сумма катионов натрия и калия (табл. 5.2). Примечательным является то, что обнаруженное в последнем случае соотношение ионного состава к общей минерализации было отмечено и в речном стоке.

Т а б л и ц а 5 . 2

Вынос солей коллекторно-сбросными водами  
с Кызылкумского массива в р. Сырдарья

Наименование коллектора	Величина выноса, т/га			
	всего	В том числе		
		сульфатов	хлоридов	натрий + калий
1	2	3	4	5
КС-1	10,3	4,8	1,0	1,8
П-ДС-2	9,7	4,5	0,8	1,8
Сброс оз. Калгансыр	10,5	4,8	0,9	2,2
1-К-1	11,3	4,9	1,0	2,4
У-К-1	10,9	4,7	1,3	2,3

Окончание табл. 5.2

1	2	3	4	5
1У-К-2	9,4	4,4	1,1	1,5
Ш-К-1	9,4	4,6	1,0	1,3
КС-3	9,0	4,1	0,9	1,4
Западный	9,8	4,5	0,9	1,6
Среднее	10,0	4,6	1,0	1,8

Из всех изученных коллекторов наибольший принос, согласно расчетам, дают коллектора У-К-1; КС-3. Если учесть, что 30...40 % коллекторно-сбросного стока возвращается на повторное орошение, то остается констатировать факт, что в Сырдарью на участке протяженностью в 50 км ежегодно сбрасывается более 300 тыс. т солей.

Ирригационная оценка оросительных и дренажно-сбросных вод с точки зрения возможности осолонцевания почвы, произведенная по методике И.Н. Антипова-Каратаева и Г.М. Кадера, позволяет определить в поливной воде критическое отношение между двухвалентными ионами и натрием. Коэффициент ионного обмена дренажно-сбросных вод Кызылкумского массива, рассчитанный по этому методу, показывает, что вода с минерализацией до 3,0 г/л не опасна с точки зрения осолонцевания почвы, так как количество безвредных солей кальция достигает 25...35 %, токсичных солей, сульфата и хлорида натрия, магния составляет 65...75 %, от их суммы (табл. 5.3).

Таблица 5.3

## Качественный состав дренажно-сбросных вод

Минерализация Дренажной воды, г/л	Качественный состав солей, %			Коэффициент ионного обмена
	безвредных	токсичных	натрия	
1,5	30-35	65-70	50-44	1.5
2,0	30-35	65-70	55-60	1.4
2,5	25-30	70-75	55-60	1.3
3,0	25-30	70-75	55-60	1.1
4,0	20-25	75-80	60-65	0.9
5,0	20-25	75-80	60-65	0.85
6,0	15-20	80-85	65-70	0.75

Расчеты показывают, что дренажно-сбросная вода с минерализацией более 2,5 г/л не пригодна для орошения и требуется улучшение ее качественного состава путем смешивания с оросительной водой. Процент пригодности дренажно-сбросных вод Кызылкумского массива в оросительный период составляет 61,5–84,6 %, а вневегетационный период уменьшается до 46,7–53,8 %. Дренажно-сбросная вода с минера-

лизацией до 2,5 г/л относится к сульфатному типу, а вода с минерализацией более 2,5 г/л – хлоридно-сульфатному типу засоления. В химическом составе в дренажно-сбросной воде доминируют ионы сульфата, хлора и натрия. Содержание ионов сульфата в дренажно-сбросной воде Кызылкумского массива изменяется от 0,528 до 0,233 г/л, хлора – от 0,178 до 0,951, натрия – от 0,175 до 0,943 г/л. Значительное количество ионов натрия и хлора в дренажно-сбросной воде объясняется тем, что все натриевые и хлоридные соли легко растворяются и вымываются из почвы при орошении. Ионы кальция и магния в дренажно-сбросных водах содержатся от 0,080 до 0,256 г/л. Как известно, содержание большого количества двухвалентных катионов улучшает качественный состав дренажно-сбросных вод. Гидрокарбонат в дренажно-сбросных водах составляет от 0,201 до 0,342 г/л, большее количество этих ионов опасно, тем, что может привести к осолонцеванию почвы. Ионы нормальной соды в дренажных водах Кызылкумского массива отсутствуют, реакция среды слабо щелочная (рН=7,0...8,3). Результаты качественного анализа показывают, что в дренажно-сбросных водах Кызылкумского массива соли сульфата натрия составляют 0,50...2,75 г/л (43–45 %), хлорида магния – 0,25...1,40 (20–30 %), сульфата кальция – 0,20...1,10 (15–20 %), бикарбоната кальция – 0,20...0,50 (8–30 %), хлорида натрия 0,05...0,50 г/л (2–7 %).

Объем коллекторно-дренажного стока на массиве в зависимости от водообеспеченности года составляет 40–65 % от водозабора при его величине 500...400 млн м<sup>3</sup> в год.

На Кызыл-Ординском рисовом массиве минерализация дренажно-сбросных вод в оросительный период изменяется от 2,037 до 6,582 г/л, а в неоросительный период доходит до 8...10 г/л. Дренажно-сбросная вода в основном хлоридно-сульфатного типа засоления, в ней преобладают ионы сульфата хлора и натрия. Количество сульфатов в дренажно-сбросных водах изменяется от 0,980 до 3,902 г/л, что составляет 40–50 % от общей минерализации. Содержание хлора и натрия составляет от 0,269 до 1,54 г/л, кальция от 0,144 до 340 г/л, магния от 0,160 до 0,360, гидрокарбоната от 0,150 до 0,366 г/л. Необходимо отметить, что в отдельных коллекторах Кызыл-Ординского массива встречаются ионы соды до 0,02 г/л. Эти воды использовать для орошения очень опасно, так как такое содержание иона соды губительно действует на рост и развитие сельскохозяйственных культур. В качественном составе, дренажно-сбросных вод Кызыл-Ординского массива соли сульфата натрия от 0,93 до 3,67 г/л, хлорида магния от 0,41 до 1,22, сульфата кальция от 0,20 до 1,06, хлорида натрия от 0,11 до 0,94 и бикарбоната кальция от 0,24 до 0,50 г/л. Физиологические вредные соли в дренажно-сбросных

водах составляют 65–80 %, а наиболее токсичные соли натрия до 40–50 % от суммы. В целом минерализация дренажно-сбросных вод с рисовых массивов по ирригационной оценке непригодны для длительного орошения риса, а в маловодные годы в связи с резким увеличением и ухудшением ее качественного состава становятся опасными для повторного использования.

Минерализация дренажных вод из скважин вертикального дренажа на Кызылкумской рисовой системе изменяется в значительных пределах от 1,04 до 8,7 г/л. Из обследованных 56 скважин вертикального дренажа с минерализацией дренажных вод более 8 г/л составляет 2,4 %, 5...8 г/л – 5,7 %, 4...5 г/л – 4,1 %, 3...4 г/л – 11,11 %, 2...3 г/л – 29,3 %, менее 2,0 г/л – 47,1 %.

В дренажной воде преобладают ионы сульфата, количество которых изменяется от 0,230 до 2,988 г/л. Ионы натрия, хлора, бикарбоната в дренажной воде составляют 0,098...0,862 г/л. Значительное количество этих ионов в воде обуславливается тем, что почвы и попадают в подземную воду. Вследствие чего содержание ионов кальция и магния в дренажных водах увеличивается, кальция от 0,020 до 0,160 г/л, магния от 0,037 до 0,230. В связи с тем, что ионы нормальной соды в дренажных водах отсутствуют, реакция среды слабощелочная (рН=7,3...8,2).

Расчет гипотетических солей показывает, что в дренажной воде преобладают соли сульфата натрия (9,23...7,6 г/л), сульфата кальция (0,10...2,44 г/л) и бикарбоната магния (0,08... 2,40 г/л). В дренажных водах при общей минерализации до 2,0 г/л содержание физиологически безвредных солей – карбоната кальция и сульфата кальция составляют 15...45 %, а токсичных солей натрия 45...55 %, от их суммы. При таком соотношении солей качество воды считается хорошим и осолонцевание почвы при их использовании не происходит. Однако дальнейшее увеличение магниевых солей делает их опасными для использования. При минерализации воды более 2,0 г/л содержание токсичных солей натрия и магния значительно увеличивается.

С увеличением минерализации дренажных вод количество токсичных солей, в общей сумме солей, возрастает. Так, при минерализации дренажных вод до 2,0 г/л количество токсичных солей, практически равны нетоксичным, с увеличением минерализации дренажных вод до 3 г/л соотношение нетоксичных солей к токсичным равно 1:2, 3...10 г/л – 1:4, более 10 г/л – 1:8. В общей минерализации дренажных вод из токсичных солей соли хлора составляют 10...25 % от суммы солей и изменяется от 0,09 при минерализации 1,024 г/л до 2,112 при минерализации дренажных вод 8,736 г/л (табл. 5.4).

Таблица 5.4

Минерализация и качественный состав солей дренажных вод  
из скважин вертикального дренажа Кызылкумской рисовой системы

№ п/п	Наименование	NaCO <sub>3</sub>	Ca(HCO <sub>3</sub> )	Mg(HCO <sub>3</sub> )	NaHCO <sub>3</sub>	CaSO <sub>4</sub>	SO <sub>4</sub>	MgSO <sub>4</sub>	NaCl	MgCl	Сумма солей	Неток- сичные	Ток- сичные
1	2												
р/с «Кызылкумский»													
1	Скв. 5 м	0,052	0,315	-	-	0,237	0,397	0,263	-	0,209	1,477	0,552	0,925
2	Скв. 10 м	-	0,372	-	-	0,040	0,695	0,33	-	0,247	1,392	0,412	0,980
3	Скв. 15 м	0,021	0,356	-	-	0,231	0,610	0,227	-	0,285	1,732	0,587	1,145
4	Скв. 21 м	-	0,340	-	-	0,006	0,482	0,030	-	0,209	1,069	0,346	0,723
5	Скв. 22 м	0,021	0,291	-	-	0,095	0,425	0,083	-	0,190	1,108	0,386	0,722
6	Скв. 25 м	0,021	0,315	-	-	0,040	0,539	0,017	-	0,209	1,144	0,355	0,789
7	Скв. 28 м	0,021	0,421	-	-	0,061	0,993	0,17	-	0,266	1,782	0,482	1,300
с-з «Целинный»													
8	Скв. 5 м	0,031	0,218	-	-	0,278	0,440	0,108	-	0,237	1,315	0,496	0,819
9	Скв. 6 м	0,021	0,315	-	-	0,033	0,184	0,107	-	0,133	0,796	0,348	0,448
10	Скв. 9 м	0,031	0,218	-	-	0,237	0,496	0,275	-	0,228	1,489	0,455	1,034
11	СКВ. 9	-	0,194	-	-	0,135	0,340	0,096	-	0,190	0,957	0,329	0,628
12	СКВ. 12	-	0,210	-	-	0,278	0,695	0,066	-	0,361	1,612	0,488	1,124
с/з «50 лет Октября»													
13	СКВ. 2	0,021	0,307	-	-	1,237	6,361	-	1,168	2,475	11,571	1,544	10,027
14	СКВ. 6	0,042	0,275	-	-	0,856	4,487	-	0,584	1,523	7,768	1,131	6,637
15	СКВ. 7	0,042	0,291	-	-	0,537	4,735	-	0,613	2,546	8,766	0,828	7,938
16	СКВ. 11	-	0,534	-	-	0,394	3,663	-	1,074	1,123	6,790	0,928	5,862
17	СКВ. 12	-	0,518	-	-	0,190	2,044	-	0,537	0,704	3,995	0,708	3,287

Окончание табл. 5.4

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
18	СКВ. 13	-	0,404	-	-	0,503	2,669	-	0,607	0,932	5,118	0,907	4,211
19	СКВ. 14	-	0,323	-	-	1,224	4,685	-	1,284	2,094	9,613	1,547	8,066
20	СКВ. 15	-	0,874	1,109	1,008	-	0,567	-	1,167	-	4,728	0,874	3,854
21	СКВ. 16	-	0,388	-	-	0,707	2,697	0,215	-	0,533	4,543	1,095	3,448
22	СКВ. 20	-	0,404	-	-	0,856	3,720	-	0,560	0,971	6,513	1,230	5,253
23	СКВ. 24	-	0,429	-	-	0,897	2,307	-	2,540	1,451	7,626	1,326	6,300
24	СКВ. 460	-	0,631	-	-	0,693	6,105	-	5,022	1,903	14,357	1,324	13,033
25	СКВ. 462	-	0,437	-	-	0,443	3,407	-	2,219	1,237	7,751	0,885	6,866
с/з «Комсомольский»													
26	СКВ. 1	-	0,429	-	-	0,197	0,738	0,059	-	0,266	1,691	0,626	1,065
27	СКВ. 2	-	0,226	0,153	-	-	0,293	0,113	-	0,142	0,935	0,226	0,709
28	СКВ. 3	-	0,340	-	-	0,475	1,263	-	0,035	0,447	2,562	0,815	1,747
29	СКВ. 3	0,021	0,396	-	-	0,210	0,482	0,047	-	0,285	1,445	0,606	0,839
30	СКВ. 4	-	0,161	-	-	0,380	0,631	-	0,239	0,399	1,813	0,541	1,272
с/з «Восход»													
50	СКВ. 4	0,031	0,340	-	-	0,258	1,838	-	0,438	0,904	3,811	0,598	3,213
51	СКВ. 8	0,021	0,323	-	-	0,299	0,454	0,149	-	0,223	1,472	0,622	0,850
52	СКВ. 11	0,021	0,323	-	-	0,299	1,256	-	1,191	0,742	3,835	0,622	3,213
53	СКВ. 14	0,021	0,226	-	-	1,686	3,691	-	1,027	1,827	8,482	1,912	6,570
54	СКВ. 15	-	0,348	-	-	1,584	3,869	0,324	-	1,570	7,696	1,932	5,764
55	СКВ. 16	-	0,291	-	-	1,727	2,058	-	1,722	1,237	7,038	2,018	5,02
56	СКВ. 21	-	0,372	-	-	0,292	0,454	0,186	-	0,228	1,533	0,664	0,869

Кривые распределения минерализации воды из скважин вертикального дренажа на Кызылкумском массиве показывают, что в многолетнем разрезе на массиве отмечается тенденция снижения количества скважин с минерализацией 10 г/л и более и увеличиваются скважина с минерализацией воды 1...2 г/л (рис. 5.1).

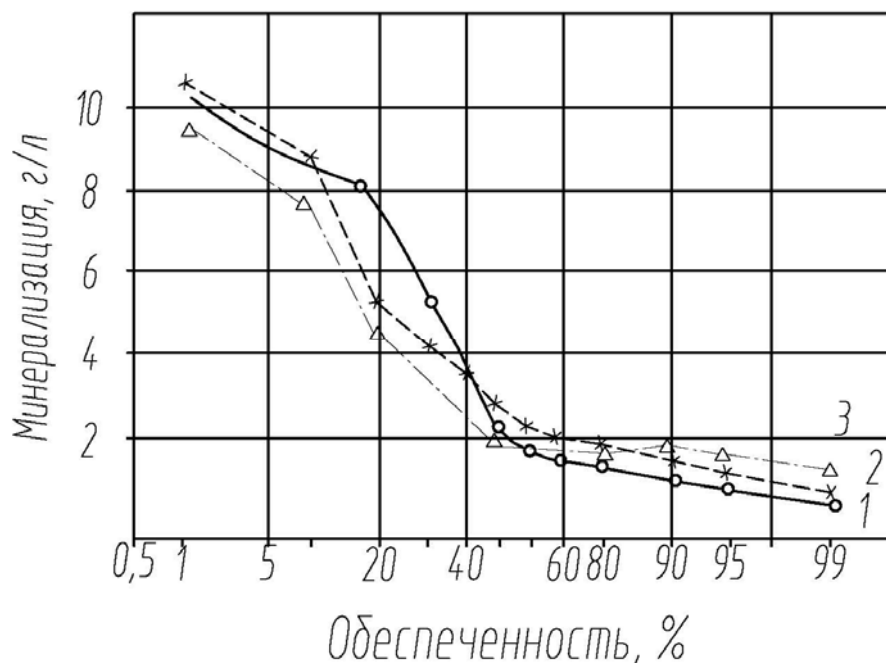


Рис. 5.1. Кривые распределения минерализации воды на Кызыл-Кумском массиве из скважин вертикального дренажа

Однако в тех скважинах, где минерализация дренажной воды, в период их пуска в эксплуатацию, была менее 2 г/л, минерализация воды в многолетнем разрезе повышается.

Так, на опытном участке р/с «Кызылкумский» минерализация дренажных вод в период пуска скважин в эксплуатацию была равна 0,8 г/л, за 10 лет эксплуатации системы минерализация воды увеличилась до 1,5...1,8 г/л. Увеличение минерализации произошло вследствие приноса солей из покровных отложений фильтрационными водами (рис. 5.2).

Критерием возможности использования дренажных вод для орошения является ирригационный коэффициент. Дренажная вода с минерализацией до 2,0...2,5 г/л по ирригационному коэффициенту, рассчитанному по методу И.Н. Антипова-Каратаева, пригодна для орошения и ее можно использовать для полива культур рисового севооборота без опасения вторичного засоления земель и снижения урожайности. Дренажная вода с минерализацией до 2,5 г/л приходится на 50 % обследованных скважин.



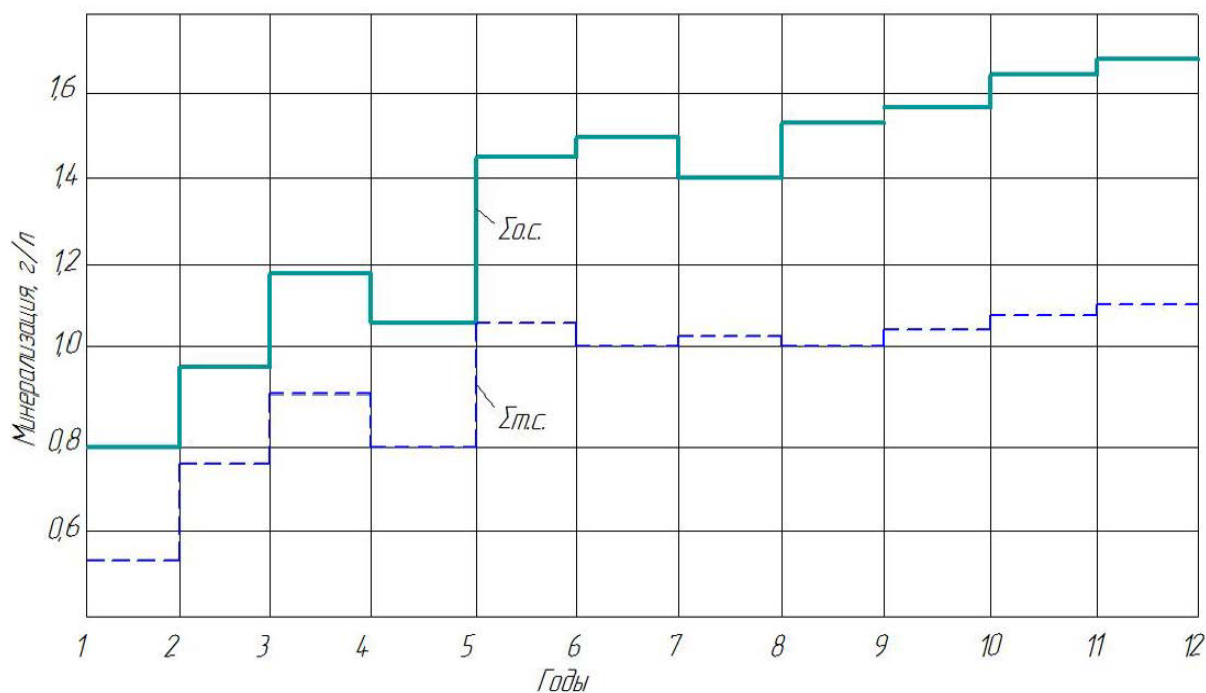


Рис. 5.2. Минерализация дренажных вод из СВД:  
 $\Sigma$  т.с. – сумма токсичных солей;  
 $\Sigma$  о.с. – общая сумма солей

Дренажная вода с минерализацией более 2,5 г/л по ирригационному коэффициенту не пригодна для орошения и использовать ее можно только в смешанном виде с оросительной водой или чередованием с опреснительными поливами речной водой.

Однако использование дренажных вод и скважин вертикального дренажа на орошение риса без учета их количественного и качественного состава, водно-физических свойств и степени засоления почв, дренированности территории, в ряде случаев может привести к снижению урожайности риса и ухудшению мелиоративного состояния орошаемых земель.

Исследованиями установлено, что в зоне действия скважин вертикального дренажа создается неравномерная фильтрация, которая зависит от водно-физических свойств почвогрунтов, высотного расположения участка и удаленности от вертикального дренажа. Поэтому при использовании дренажных вод необходим строгий контроль за минерализацией воды в рисовых чеках. Результаты исследований показывают, что минерализация воды в чеках, в зависимости от расстояния до СВД изменяется от 1,47 до 3,46 г/л и более.

Критериями возможности использования дренажных вод для орошения должны являться не только минерализация и качественный состав поливной воды, но и степень дренированности территории.

В зависимости от дренированности (расхода воды на фильтрацию) вода в рисовых чеках со временем ухудшает свое качество и на слабодренированных чеках (с расходом воды на фильтрацию менее 1...2 мм/сут) и середине поливного периода становится опасной для развития риса. Ирригационный коэффициент воды рисовых чеков к этому времени приближается к единице. Снижение ирригационного коэффициента в воде рисовых чеках до 1,2 приводит к резкому увеличению пустозерности и падению урожайности. Существует зависимость между ирригационным коэффициентом поливной воды, расходом воды на фильтрацию и урожайность риса. Результаты исследований показывают, что с уменьшением ирригационного коэффициента и фильтрационного расхода урожайность риса снижается, при увеличении фильтрационного расхода имеет место увеличение урожайности. Поэтому использование дренажных вод для полива риса должно быть строго дифференцированным – в зависимости от ирригационного коэффициента и действия дренажа, способного обеспечить фильтрацию с рисовых чеков, в пределах 6...8 мм/сут.

На рисовом поле чеки удаленные от СВД на расстоянии до 300 м, при террасности не более  $\pm 20$  см имеют минерализацию воды 2,00...3,00 г/л. На этих чеках фильтрация и отток грунтовых вод составляет 7800...10400 м<sup>3</sup>/га и минерализация воды в чеках блика к минерализации поливной воды. В химическом составе в воде чеков преобладают ионы сульфаты, натрия и бикарбоната. Количество сульфата изменяется от 1,056 до 1,44 г/л, натрия – от 0,37 до 0,28, бикарбоната – от 0,342 до 0,260 г/л. В качественном составе безвредные соли кальция составляют 25...30 % и токсичные соли натрия – 45...50 % от их суммы при такой минерализации воды в чеках наблюдается нормальное развитие растений риса.

Минерализация воды в чеках, расположенных на расстоянии 300...500 м от СВД, доходит до 3,76 г/л. В химическом составе доминируют ионы сульфата, натрия, хлора. В качественном составе преобладают соли сульфата натрия (0,41...0,72 г/л), сульфата кальция (0,22...0,46 г/л), хлорида магния (0,06...0,26 г/л) и бикарбоната магния 0,17...0,38 г/л). Такое количество солей также не оказывает токсического влияния на рост и развитие растений риса.

При проектном режиме откачек (50...70 л/с) СВД на расстоянии до 300 м обеспечивает фильтрационный отток равный 6000...8000 м<sup>3</sup>/га, на чеках расположенных на расстоянии 300...500 м – 2500...4000 м<sup>3</sup>/га.

Чеки, расположенные на удалении более 500 м от СВД к концу поливного периода имеют минерализацию воды равную 4,3...5,6 г/л. На этих чеках за счет плохой отточности грунтовых вод (0...1000 м<sup>3</sup>/га) происходит застой воды и в результате интенсивного поверхностного испарения увеличивается концентрация солей в воде. Общая минерализация воды в чеках повышается за счет накопления токсичных солей сульфата натрия (0,90...1,32 г/л), хлорида магния (0,36...0,50), хлорида натрия (0,16...0,60 г/л), которые резко ухудшают качественный состав воды. Содержание вредных солей достигает – 75...80 % от общей суммы, а наиболее токсичная соль – хлористый натрий до 8...10 %. При таком составе солей отмечается значительное угнетения растений риса.

Исследованиями также установлено, что чеки расположенные на одинаковом расстоянии от СВД, но в понижениях, с террасностью более 20 см имеют повышенную минерализацию воды. Поэтому одним из необходимых условий эффективной работы СВД является снижение террасности рисовых чеков внутри поля ±20 см.

Всего обследовано 19 чеков, из них в 16 чеках минерализация в конце поливного периода не превышала 3,0 г/л, средняя урожайность риса составила 73,0 ц/га. В трех чеках минерализация воды составляла 3,2...3,7 г/л, урожайность риса – 52,0 ц/га.

## 5.2 Солевой режим и баланс грунтовых вод

Анализ возделываемых культур на Кызылкумской рисовой системе показывает, что урожайность риса и люцерны на различных участках системы отличается на 10 и более центнеров с гектара. Участки с близким залеганием уровнем грунтовых вод (0,8...1,2 м) подвержены засолению и заболачиванию и урожай на них в 2...3 раза ниже, чем на участках с залеганием уровня грунтовых вод 2,0 и более метров.

Одной из главных причин столь значительной пестроты в урожайности риса и люцерны на массиве – водно-солевой режим и баланс грунтовых вод, который предопределяет направление почвообразовательных процессов, степень засоления и заболачивания земель. Водно-солевой режим и баланс грунтовых вод на массиве зависит от гидрогеологических и почвенных условий массива, искусственной и естественной дренированности территории.

Участки вертикального дренажа в бассейне Сырдарьи размечены на террасированной равнине реки с весьма затрудненным оттоком грунтовых вод и пестрым литологическим составом покровных отложений. В толще до водоупора (40...60 м) прослеживаются линзовидные напластования тяжелых, средних и легких суглинков, супесей, песков и глинистых отложений. Верхний покров – лугосероземные почвы – мощностью 2...5 м, нижележащий слой, являющийся водоносным, состоит из мелко и среднезернистого речного песка с линзообразными, мало-мощными прослойками суглинков и глин, встречающийся на глубине 20...30 м.

Коэффициент водопроницаемости верхнего покрова составляет 100...200 м/сут, нижнего – 200...500 м/сут. Через нижний водоносный горизонт устанавливается единая гидравлическая система – грунтовые воды высоких и низких участков, с напорностью грунтовых вод до 0,4...0,6 м.

До освоения земель Кызылкумского массива минерализация грунтовых вод на землях поймы реки составляла 1...2 г/л, первой надпойменной террасы – 2...5 г/л, второй надпойменной террасы – 5...15 г/л, тип засоления грунтовых вод – сульфатно-гидрокарбонатно-кальциево-натриевый. Содержание солей в почвенном профиле поймы составляло 0,1 % первой надпойменной террасы – 0,2...0,4 %, второй надпойменной террасы – 0,6...2,0 %, тип засоления – сульфатно-натриевый. Под орошение осваиваются земли первой и второй надпойменных террас, из которых почти 80 % орошаемых земель приходится на вторую надпойменную террасу.

В силу гидродинамического перераспределения давления грунтовых вод между рисовыми полями и землями прилегающих территорий через водоносный горизонт, состоящий из мелко и среднезернистых песков, грунтовые воды поднялись и на неорошаемых землях. При этом режим грунтовых вод на рисовых системах, полях хлопкового, призерского севооборотов и орошаемых землях животноводческих совхозов отличается как по характеру так и по абсолютному значению.

На орошаемых землях, занятых культурами рисового севооборота, режим грунтовых вод на посевах риса характеризуется резким подъемом уровня с начала подачи оросительной воды на рисовые чеки (в конце апреля, начале мая в зависимости от срока затопления рисовых чеков) до максимального положения, так называемый период максимального подъема грунтовых вод. Продолжительность периода 10-25 суток, в конце периода, непосредственно под рисовыми полями, происходит смыкание оросительных и грунтовых вод.

Таким образом, на рисовых полях во время поддержания слоя воды на поверхности чеков, устанавливается единая гидравлическая система: ороситель – рисовый чек – грунтовый поток, которая предопределяет положение уровня грунтовых вод. Этот период называется периодом высокого стояния уровня грунтовых вод. Продолжительность периода 100–120 суток.

После сброса воды с рисовых чеков в начале сентября происходит интенсивный спад уровня грунтовых вод. Продолжительность спада уровня вод длится 50–70 суток. С ноября до конца апреля наблюдается стабильный низкий уровень грунтовых вод (меженный период).

На участках, занятых сопутствующими культурами рисового севооборота, режим грунтовых вод характеризуется медленным и затяжным подъемом уровня с начала пуска оросительных вод на систему. Самое высокое состояние уровня грунтовых вод (1,00–1,5 м) приходится на конец июля на начало августа, после чего уровень грунтовых вод медленно начинает снижаться. Это снижение длится 80–100 суток и заканчивается в конце ноября месяца.

Меженный период уровня грунтовых вод (2,0–2,5 м) приходится на зимний и весенний периоды, февраль – апрель месяцы.

На поливных землях животноводческих совхозов призерского и хлопкового севооборотов, режим грунтовых вод характеризуется одним подъемом и спадом в течение года. Плавный подъем уровня грунтовых вод начинается в конце апреля месяца, в результате инфильтрации оросительных вод до максимального уровня (1,5–2,0 м) достигается в середине июня месяца.

В конце июля месяца начинается медленный плавный спад уровня грунтовых вод, продолжающийся до октября месяца. В осенне-зимний период уровень грунтовых вод устанавливается на глубине 2,0–3,5 м.

На землях прилегающих к Сырдарье, режим грунтовых вод с некоторым запозданием повторяет уровненный режим Сырдарьи и характеризуется одним подъемом и спадом. Подъем уровня грунтовых вод начинается в конце марта, начале мая месяца и совпадает с попусками форсированных расходов воды из нижнего бьефа Чардаринского водохранилища в количествах обеспечивающих затопления пастбищных угодий пойманной части реки и потребности в воде всех нижерасположенных оросительных массивов в период вегетации (апрель – август месяцы). Спад уровня грунтовых вод начинается в начале августа месяца в связи с уменьшением расхода воды из нижнего бьефа водохранилища.

Меженный период уровня грунтовых вод устанавливается с сентября до марта месяца – период накопления воды в Чардаринском водохранилище.

Следовательно, с началом орошения земель Кызылкумского массива в динамике уровня грунтовых вод, в годовом и многолетнем разрезе, стала проявляться четко выраженная цикличность с максимальным подъемом уровня в период орошения и минимальным в осеннее – зимний и весенний периоды. Амплитуда колебания уровня грунтовых вод превышает 1,0–2,0 м. В летний период под затопленными рисовыми чеками грунтовые воды смыкаются с ирригационными, на полях люцерны и других культур устанавливаются на глубине 1,0–2,0 м, на неорошаемых землях – 2,0–3,0 м от поверхности земли. В осенне-зимний период, в зависимости от действия дренажа, грунтовые воды опускаются на посевах риса на глубину 1,0–2,5 м, на полях, занятых люцерной, кукурузой, хлопком и другими культурами – 2–3,0 м, на неорошаемых землях – 2,5–3,5 м.

Анализ динамики уровня грунтовых вод за многолетний период показывает, что в годовом разрезе площадь орошаемых земель на массиве с залеганием уровня грунтовых вод распределяется следующим образом: в вегетационный период до 1,0 м – 35..40 % орошаемых земель, 1,2 м – 40–50 %, 2–3 м – 10–15 %, глубже 3 м – 10 %, во вневегетационный период соответственно 1–15, 20–50, 10–20 %.

В многолетнем разрезе строительства вертикального дренажа имел место интенсивный подъем и преобладание близкого залегания уровня грунтовых вод к поверхности земли. В осеннее – зимний период орошаемые земли с глубиной залегания уровня грунтовых вод до 1,0 м составляли – 10–15 %, 1–2 м – 40–50 %, 2–3 – 20–30 %. Площадь мелиоративно-неблагополучных земель составляла 1434 га. Начало строительства скважин вертикального дренажа и периодической очисткой коллекторно-дренажной сети, мелиоративное состояние орошаемых земель на массиве стало улучшаться и площадь орошаемых земель с залеганием уровня грунтовых вод в осенне-зимний период с глубиной до 1,0 м уменьшилась до 1,0 %, 1–2 м – до 23 %, площадь орошаемых земель с залеганием уровня грунтовых вод 2–3 м увеличилась до 55 %, глубже 3 м – до 20 %, Мелиоративно-неблагополучные земли, по причине засоления и заболачивания, уменьшились до 310 га, что составляет 0,5 % от общей орошаемой площади массива.

Многолетними исследованиями, выполненными на Кызылкумском массиве, установлено, что в зависимости от степени засоления почв и

грунтовых вод, водно-физических свойств почв и сезона года оптимальной глубиной залегания уровня грунтовых вод в период орошения является на посевах риса – у поверхности земли, люцерны – на глубине 1,5–1,7 м, кукурузы на зерно и силос – 1,8–2,0, хлопка – 2,0–2,5 м, садов и виноградников – 3,0–3,5 м. В осенне-зимний период уровень грунтовых вод на рисовых системах должен находиться на глубине – 2,0–2,5 м, хлопкового севооборота – 2,5–3,0 м.

Залегание уровня грунтовых вод на перечисленных глубинах обеспечивает в период вегетации ирригационно-полугидроморфный режим почв корнеобитаемой зоны, при котором грунтовые воды используются растениями на субирригацию; в осенне-зимний период создаются благоприятные условия для жизнедеятельности микробиологических процессов в пахотном слое, повышения плодородия почв и урожайности возделываемых культур.

Снижение урожайности возделываемых культур происходит как при уменьшении уровня грунтовых вод, относительно перечисленных глубин, так и при его увеличении. В первом случае оно вызвано недостаточной аэрацией почвенного слоя, который остается сильно увлажненным в результате капиллярного подпитывания; во втором – значительным иссушением пахотного слоя, в результате чего почвенные процессы преимущественно определяются биогенной аккумуляцией и минерализацией органического вещества, переходом ряда химических элементов (Ca, Mg, Na, Cl) из органических соединений в минеральные, которые при поливах вымываются в грунтовые воды.

Поэтому режим уровня грунтовых вод на орошаемых землях имеет исключительно важное значение и должен определяться из условий управления почвообразовательными процессами, направленными на повышение продуктивности орошаемых земель и урожайности возделываемых культур.

Следует отметить, что режим грунтовых вод на Кызылкумском массиве в последние годы за счет налаженной работы дренажно-сбросной сети находится близким к требуемому. Так уровень грунтовых вод во вневегетационный период с глубиной 2...3 м приходится на 60 % орошаемой площади, с глубиной до 1,0 м на 0,6 %, 1...2 м – 18 % и глубже 3 м – 20 % орошаемой площади.

В период орошения под посевами риса (21 тыс.га) уровень грунтовых вод залегает у поверхности земли (до 1,0 м), на посевах других культур на глубине, близкой и оптимальной, что безусловно сказалось на повышении урожайности возделываемых культур. За последние

годы урожай риса на массиве увеличился до 58–60 ц/га, многолетних трав – 120...150 ц/га, кукурузы на зерно 40...50 ц/га, на силос – 200...300 ц/га.

Анализ водного баланса грунтовых вод орошаемых земель Кызылкумского массива показывает, что в летний период запасы грунтовых вод увеличивается, в осенне-зимний уменьшается. При этом до 96 % суммы приходных статей водного баланса грунтовых вод приходится на инфильтрацию воды с орошаемых площадей, 4 % на доле подземного притока и атмосферных осадков. В расходной части водного баланса дренажный сток и испарение составляют 92 %, отток подземных вод и водоотбор для водоснабжения и обводнения пастбищ – 8 %. За все годы баланс грунтовых вод на массиве положителен, с приращением уровня грунтовых. После повышения искусственной дренированности орошаемых земель, за счет строительства скважин вертикального дренажа и очистки коллекторно-дренажной сети уровень грунтовых вод стабилизировался и отмечается его снижение на 0,029 м (табл. 5.5).

С изменением режима и баланса грунтовых вод изменяется и их минерализация. В период орошения поливная вода, фильтруясь через почвенную толщу, растворяют легко подвижные соли и фильтрационным потоком выносят их в грунтовые воды. При этом, чем выше степень засоления почв и фильтрация и ниже дренированность земель, тем интенсивнее засоляются грунтовые воды.

Кроме того, минерализация грунтовых вод зависит от типа оросительной системы, на рисовых системах минерализации грунтовых вод несколько ниже, чем на других оросительных системах и призерском севообороте, и связано это с величиной оросительной нормы, дренажным стоком и оттоком грунтовых вод. На рисовых системах оросительная норма превышает 20 тыс. м/га, из них 5–8 тыс. м/га составляют дренажный сток и отток грунтовых вод, которые обеспечивают вынос солей из почвенной толщи и грунтовые воды до 80–120 % их поступления с оросительной водой и подземным притоком. В этих условиях отмечается опреснительный режим орошения, со снижением запасов солей в почвенной толще и некоторым увеличением солей в грунтовых водах. Общая минерализация подземных вод на участках вертикального дренажа уменьшилась на 0,013 г/л содержание токсичных солей в подземных водах увеличилась на 0,005 г/л нетоксичных на 0,007 г/л. В годовом резерве земли Кызылкумского массива с минерализацией грунтовых вод до 1 г/л составляют 3,8 % от орошаемой площади 1–3 г/л – 96,1 %, 3–5 г/л – 0,1 %.



Таблица 5.5

## Баланс грунтовых вод орошаемых земель Кызыл-Кумского массива, мм/год

Статьи баланса	Период до строительства СВА			После строительства СВА			
	2	3	4	5	6	7	8
<b>Приток:</b>							
Подземный приток	22,0	30,4	29,3	25,9	20,0	20,1	20,3
Инфильтрация атмосферных осадков	6,8	2,1	17,9	4,8	5,2	4,8	4,7
Инфильтрация из оросительных каналов	306,0	490,0	809,9	743,0	705,0	716,0	710,0
<b>Итого:</b>	<b>1054,8</b>	<b>1278,5</b>	<b>1653,5</b>	<b>1476,6</b>	<b>1410,2</b>	<b>1379</b>	<b>1273</b>
<b>Расход:</b>							
Отток подземных вод	41,0	52,0	112,0	88,8	92,0	86,1	86,0
Суммарное испарение	480,0	596,0	686,6	631,4	670,0	668,0	570,0
Дренажный сток	320,0	403,0	805,8	698,5	630,0	637,0	630,0
Водоотбор для водоснабжения и обводнения пастбищ	-	1,2	1,8	3,6	4,2	4,4	5,0
<b>Итого:</b>	<b>841,0</b>	<b>1052,2</b>	<b>1606,2</b>	<b>1422,3</b>	<b>1396,2</b>	<b>1364,0</b>	<b>1291,0</b>
<b>Баланс на год</b>	<b>213,8</b>	<b>226,3</b>	<b>47,3</b>	<b>44,3</b>	<b>14,0</b>	<b>15,0</b>	<b>18,0</b>
<b>Изменение уровня грунтовых вод, м</b>	<b>0,509</b>	<b>0,539</b>	<b>0,113</b>	<b>0,129</b>	<b>0,023</b>	<b>0,027</b>	<b>0,029</b>

В многолетнем разрезе наблюдается минерализация грунтовых вод на массиве. После повышения искусственной дренированности орошаемых земель, за счет строительства скважин вертикального дренажа, минерализации грунтовых вод несколько снизилась и стабилизировалась.

Солевой баланс грунтовых вод непосредственно связан с их солевым режимом и минерализацией. С увеличением минерализации грунтовых вод солевой баланс положителен. В годовом и многолетнем разрезе солевой баланс грунтовых вод орошаемых земель Кызылкумского массива положителен, т.е. поступление на 2,36–0,27 т/га, и только в период наблюдения солевой баланс отрицательный на 0,18 т/га. Основной принос солей (8,11–11,3 т/га) на массиве происходит за счет фильтрации поливных вод, основной вынос солей (5,8–10,7 т/га) отмечается дренажным стоком (табл. 5.6). Накопление солей в грунтовых водах происходит в результате недостаточного оттока грунтовых вод по коллекторно-дренажной сети и значительным приносом солей фильтрационными водами из почвенного слоя.

Несмотря на некоторое увеличение запасов солей в грунтовых водах, минерализация их на большей части площади (60–70 %) остается невысокой (1–3 г/л), и по химическому составу, в смешанном виде с оросительной водой, пригодна для использования на полив сельскохозяйственных культур. Запасы грунтовых вод оцениваются сотнями миллионами кубических метров, частичное использование которых повысит водообеспеченность орошаемых земель, но самое главное приостановит дальнейший подъем их уровня, заболачивание и засоление почв, обеспечит полугидроморфный режим почв, способствующий активизации жизнедеятельности микробиологических процессов в корнеобитаемом слое почв, повышению плодородия земель и урожайность сельскохозяйственных культур. Поэтому изучение и накопление данных о режиме и водно-солевом балансе грунтовых вод крайне необходимы и полезны для водохозяйственных и сельскохозяйственных организаций республики.

На участках вертикального дренажа в Кызыл-Ординской области, Чилийского района уровень грунтовых вод в многолетнем разрезе имеет тенденцию к снижению. Однако пределы колебания уровня грунтовых вод значительны и в годовом разрезе их амплитуда изменяется от 50–186 до 252–391 см, в многолетнем от 123 до 234 см (табл. 5.7).

Таблица 5.6

## Солевой баланс грунтовых вод орошаемых земель Кызылкумского массива

Статьи баланса	Период эксплуатации					
	До строительства скважин вертикального дренажа			После строительства скважин вертикального дренажа		
<b>Поступление солей:</b>						
Подземным притоком	0,4	0,56	0,71	0,50	0,44	0,34
Фильтрацией атмосферных осадков	0,010	0,04	0,10	0,04	0,08	0,05
Фильтрацией оросительных вод	8,1	9,42	11,34	10,93	11,01	10,71
<b>Итого:</b>	<b>8,51</b>	<b>10,02</b>	<b>12,10</b>	<b>11,47</b>	<b>11,53</b>	<b>11,10</b>
<b>Вывос солей</b>						
С подземным оттоком	0,80	1,04	0,91	1,64	1,80	1,98
С дренажным стоком	5,8	6,1	10,73	9,08	8,67	9,29
При отборе для хозяйственных и питьевых нужд	–	0,01	0,03	0,03	0,04	0,02
<b>Итого:</b>	<b>6,6</b>	<b>7,66</b>	<b>11,67</b>	<b>10,75</b>	<b>10,71</b>	<b>11,29</b>
<b>Баланс за год:</b>	<b>1,91</b>	<b>2,36</b>	<b>0,48</b>	<b>0,72</b>	<b>0,82</b>	<b>0,18</b>

Таблица 5.7

Средние уровни грунтовых вод по Чилийскому району

Период эксплуатации	Минимальная глубина уровня грунтовых вод, см	Максимальная глубина уровня грунтовых вод, см	Среднегодовой уровень ГВ, см	Годовой водозабор, млн м (куб)
1	85	252	170	858,51
2	67	253	135	945,08
3	50	271	123	893,6
1	186	288	234	859,9
2	163	281	217	868,89
3	135	391	194	707,69

С вводом в строй скважин вертикального дренажа уменьшается площадь земель с близким стоянием к поверхности земли грунтовых вод (табл. 5.8).

Таблица 5.8

Площади с залеганием уровня грунтовых вод по Чилийскому району, га

Период эксплуатации	Площадь орошаемых земель, га	Площадь с глубиной залегания УГВ							
		0–1 м		1–2 м		2–3 м		Более 3 м	
		всего	в т.ч орош.	всего	в т.ч орош.	всего	в т.ч орош.	всего	в т.ч орош.
До стр-ва СВД	44008	240	240	31050	12827	26670	10888	1070	1070
После стр-ва СВД	42008	–	–	24380	12378	33230	12378	1390	1390

#### 5.4. Солевой режим почвогрунтов

Вторичное засоление распространено на рисовых системах с низкой искусственной дренированностью земель. Площадь засоленных земель, с близким залеганием уровня грунтовых вод (0,5–1,0 м) от поверхности земли в последние годы превышает 10 % орошаемых земель. В целях повышения дренированности орошаемых земель, особенно заболоченных и засоленных участков, в последние годы на рисовых системах бассейна Сырдарьи интенсивно внедряются скважины вертикального дренажа и производится периодическая очистка коллекторно-сбросной сети.

На рисовых оросительных системах имеет место чередование процессов рассоления почв при выращивании риса и засоления их при возделывании люцерны. Для правильного принятия направления поч-

венного процесса необходим учет основных мелиоративных факторов: режим орошения, содержание солей в почвогрунтах и грунтовых водах, уровня залегания грунтовых вод и режима работы дренажно-сбросной сети, а на участках вертикального дренажа – режима работ и эксплуатации скважин вертикального дренажа. Обоснование рационального режима работ скважин вертикального дренажа на рисовых системах можно лишь по данным солевого режима почвогрунтов и грунтовых вод в зоне его действия.

Степень рассоления почвогрунтов и грунтовых вод в первую очередь зависит от скорости фильтрации воды из рисовых чеков, на которую в большей степени влияет не только расстояние до вертикальной дрены, но и террасность чеков. И связано это с тем, что вертикальный дренаж на рисовых системах размещен на пониженных участках с плохой отточностью грунтовых вод. Сами дрены находятся в середине поля на самых низких чеках.

Забор подземных вод вертикальным дренажом вызывает распределение пьезометрического напора грунтовых вод, движение поровых вод из почвогрунтов в грунтовые воды чеков, высокого пьезометрического давления, которое вначале создается на высоких чеках, а затем распределяется на низкие расположенные вблизи вертикального дренажа. С движением поровых вод конвективным переносом перемещаются водорастворимые соли, скорость вымыва которых тем интенсивнее, чем выше пьезометрическое давление в почвогрунтах. Но, так как на пьезометрическое давление в почвогрунтах влияет не только на действие вертикального дренажа, но и высотное расположение чеков, участковый дренажосборитель, прилегающие рисовые поля, то и степень рассоления почв будет зависеть от всех перечисленных факторов. Поэтому выявить четкой закономерности между рассолением почв и расстояние до вертикальной дрены не всегда удается, это можно установить только на чеках имеющих террасность не более  $\pm 20$  см.

Зато по всем разрезам отмечаются четкая зависимость между скоростью фильтрации воды с рисовых чеков и степенью рассоления почвогрунтового профиля. Поэтому здесь видимо необходимо рассматривать степень рассоления почв в основном от расхода воды на фильтрацию из рисового чека зависящего не только от высотного расположения чека удаления от вертикального дрены, но и от режима работы скважины.

На участках вертикального дренажа солевой режим почв и грунтовых вод изучался на рисовых системах бассейна Сырдарьи в Чимкентской и Кзыл-Ординской областях.

На участках вертикального дренажа Кызылкумского рисовой системы до освоения массива содержание солей в 0–100 см слое почв составляло 0,354 %, 100–200 см – 0,205 %; 400–500 см – 0,034 %, сухого остатка, максимальное количество солей (0,40 %) было сосредоточено в 60–80 см слое почв, минимальное (0,031 %) в 450–500 см слое почв. Суммарный эффект токсичных солей в верхнем полуметровом слое был равен 1,8–2,0, с глубиной уменьшаясь на глубине 400–500 см составлял – 0,2 %. Запасы солей в 0–100 см слое почв = 93 т/га, в том числе токсичные – 74 т/га, в 0–200 см = 214 и 136 т/га, в 0–500 см = 316 и 210 т/га. Тип засоления почв с поверхности был сульфатно-натриевым, с глубиной химизм засоления по катионному составу изменялся на натриево-кальциевый.

Если до освоения целинных земель, содержание солей в почвогрунтах вертикального дренажа по всем разрезам не отличалось более чем на 17 %, то после десяти лет эксплуатации системы содержание солей, в почвогрунтах опытного участка отличается по размерам на 160 %. В радиусе действия скважин до 500 м на 90 % орошаемые земли перешли в разряд не засоленных, с плотным остатком 0,08–0,200 %, величиной «суммарного эффекта» токсичных ионов 0,3–0,7, количеством солей в 0...2 м слое почв 21,7–63,0 т/га. Наиболее интенсивное рассоление почв происходит в радиусе до 100 м здесь ежегодно выносилось 10...25 т/га солей, на участках удаленных на расстояние 300...500 м рассоление происходило в пределах 0,8–1,7 т/га. При возделывании люцерны степень рассоления почв была менее значительной, в этот период в основном имело место перераспределение солей по почвенному профилю и даже некоторое увеличение солей в верхнем слое почв от осени к весне.

В последующем, при возделывании риса отмечалось дальнейшее снижение солей в 0...2,0 м слое почв и выравнивание мелиоративного фона по всем участкам удаленных от дрены на расстояние до 500 м. За 5 лет эксплуатации систем скважин вертикального дренажа средний вынос солей из двухметрового слоя почвогрунта составил на чеках, удаленных на расстояние до 100 м от скважины 37,97 т/га, 200 м – 6,43 т/га, 300 м – 7,16 т/га, 400 м – 2,03 т/га, на расстоянии 500 и более рассоления почв не произошло (табл. 5.9). Но при этом следует отметить неравномерность исходного засоления почв, которое вблизи дрены составляло – 120,99 т/га, на расстоянии 500 м 37,6 т/га. Связано это с тем, что скважины расположены в пониженных участках с близким залеганием уровня грунтовых вод и высокой степенью засоления почв.

Таблица 5.9

Динамика содержания солей в 2-метровом слое почв на участках вертикального дренажа, рисовхоз «Кызылкумский», т/га

Расстояние до вертикальной дрены, м	Кол-во разрезов, шт	До строительства скважин вертикального дренажа			После строительства скважин вертикального дренажа			Разница		
		Общее кол-во	Токсичные	Нетоксичные	Общее кол-во	Токсичные	Нетоксичные	Общее кол-во	Токсичные	Нетоксичные
Менее 100	17	120,99	81,06	39,93	63,02	45,02	18,0	57,97	36,04	21,93
100–200	14	46,65	28,14	18,51	40,22	24,17	16,05	6,43	3,97	2,46
200–300	16	33,78	23,79	9,99	26,62	16,37	10,25	7,16	7,42	-0,26
300–400	18	23,74	15,32	8,52	21,71	13,47	8,24	2,03	1,75	0,28
400–500	11	37,6	24,8	12,8	38,34	22,66	15,68	-0,74	9,12	-2,88
500–600	15	52,53	30,2	22,33	57,46	35,80	21,66	-4,93	-5,6	0,67

Из 91 разрезов отобранных осенью после уборки риса и люцерны, на чеках с одинаковыми отметками минимальное количество солей (23,6–58,7 т/га) в 0–200 см слое почв отмечено в разрезах удаленных на расстояние до 250 м от вертикальной дрены, максимальное (102,0–107,0 т/га) на чеках удаленных от вертикальной дрены на расстояние 500 м и более. Из общего количества солей токсичные соли составляют 60–70 %, причем с увеличением засоленности почвогрунтового профиля количество токсичных солей возрастает. Запасы солей в 2 м слое почв на полях вертикального дренажа составляют 23,6–107,0 т/га, причем наибольшее количество солей 98,0–107 т/га находится в низких чеках, наименьшее 23,6–38,2 т/га – на высоких чеках.

Значительное различие по запасу солей в почвогрунтах отмечается не только по полям, но и по отдельным разрезам удаленным на одинаковое расстояние от вертикальной скважины в которых запасы солей в 2 м слое почв изменяются от 53,4 т/га до 37,6 т/га, т.е., разница в 2 и более раза. Аналогичная картина и на других полях.

Кривые распределения запасов солей, по годам на одном из участков вертикального дренажа в радиусе до 600 м представлены на рис. 5.3. Коэффициент вариации запасов солей изменяется от 0,6...0,9 ( $n=108...123$ ,  $S_{cp}=57...35$  т/га).

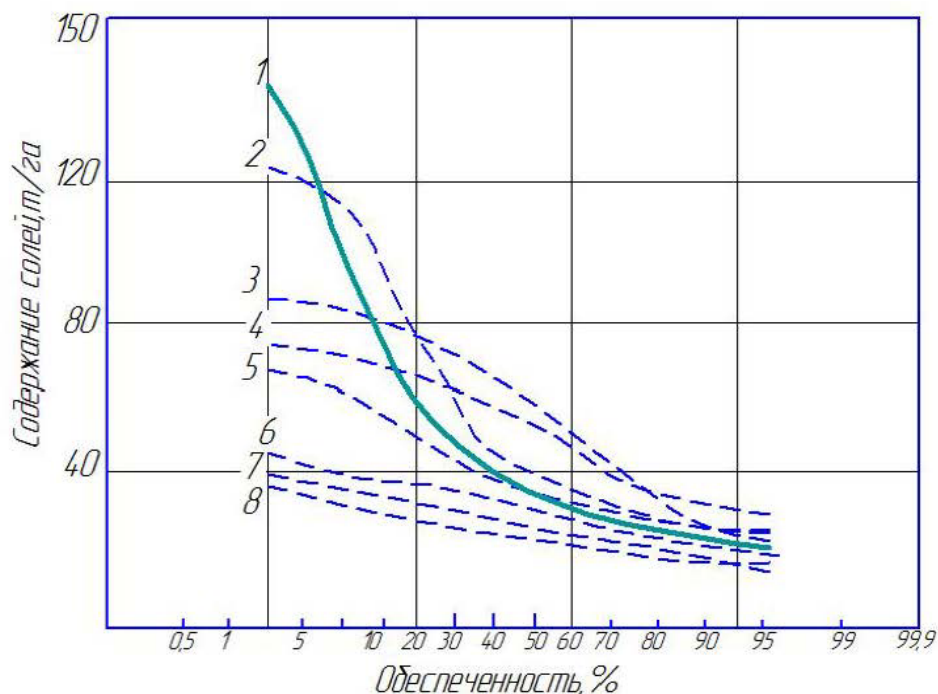


Рис. 5.3. Кривые распределения запасов солей во 2-м слое почв на участке ВД р/с «Кзылкумский»:  
 1 – первый год орошения риса;  
 2 – второй год орошения риса; ... 8 – восьмой год орошения риса



По данным кривых обеспеченности видно, что площадь распределения почв с содержанием солей в 0...2 м слое более 100 т/га по годам уменьшается и к 1985 г. запасы солей в почвах по площади выравниваются и находятся в пределах 20...40 т/га, т.е. земли, стали практически не засоленными. Обеспеченность почв с запасом солей в 0–2 м слое почв 40 т/га не превышает 15 %.

На целинных землях солевые ассоциации почв состояли из пяти групп солей: бикарбонат кальция, бикарбонат магния, сернокислый магний и натрий, хлористый натрий, то после шести лет эксплуатации системы солевые ассоциации с пяти групп солей сократились до трех: бикарбонат кальция, сернокислый натрий, хлористый натрий. Причем основными солями почв становятся бикарбонат кальция, бикарбонат магния и сернокислый кальций встречаются в отдельных горизонтах.

В Кызыл-Ординской области большая часть риса размещается на дельтовых и древне дельтовых территориях с особым своеобразием условий рельефа и почвообразования, где проявляется единство литоморфонедогенеза, когда наиболее повышенные элементы рельефа представлены прирусловыми валами, а понижение – впадинами межрусловых понижений, Естественно, что они имеют коренное отличие в почвенно-мелиоративных условиях, где почвообразующими породами являются аллювиальные отложения четвертичного периода с пестрым литологическим составом (слоистая толща глин – суглинков, супесей, мелко зернистых песков).

В результате многолетнего орошения в данных условиях усиливается дифференциация почвенного покрова на прирусловых валах и понижениях. На разных элементах рельефа поменяются условия почвообразования. В связи с этим на прирусловых валах Сырдарьи и её дельтовых протоках сформировались аллювиально-луговые почвы преимущественно легкого механического состава. В межрусловых понижениях сложенных тяжелыми грунтами, где близко залегают грунтовые воды, формируются почвы болотного ряда. На волнистых водоразделах широкое распространение получили галоморфные почвы. Значительная изменчивость факторов почвообразовательного процесса предопределила формирование преимущественно двух групп почв: гидроморфных и пустынных с признаками гидроморфности.

К группе гидроморфных почв относятся аллювиально-луговые, лугово-болотные, болотные и солончаки, а в другой группе – такыровидные и такыры. Каждая группа почв, в свою очередь, подразделяется на множество видов и разновидностей. Однако всем разновидностям

дельтового почвообразования пустынной воны присущи общие свойства:

– повышенное содержание карбонатов и сульфатов кальция, которые препятствуют образованию солонцеватости и положительно влияют на почвообразовательный процесс при возделывании культуры риса;

– гранулометрический состав, как правило, соответствует формам рельефа: на повышенных участках образуются почвы с легким механическим составом, а на понижениях – преимущественно средние и тяжелые почвы, что позволяет проектировщикам более правильно размещать рисовые оросительные системы; высокая биогенность почв, при обеспеченности органическими удобрениями, положительно влияет на повышение плодородия почв, рост и развитие сельскохозяйственных культур;

– в группе гидроморфных почв наиболее выражено засоление верхнего горизонта (0–20 см), а полугидроморфных – средней части профиля (20–150 см);

– в зависимости от геоморфологических условий происходит определенное изменение солей в почвогрунтах: не повышениях происходит рассоление почв, а на понижениях – засоление.

Последний фактор предопределяет направление развития мелиоративных процессов на рисовых системах. Это подтверждается обследованием построенных и эксплуатируемых рисовых карт в хозяйствах области. Для выявления изменения мелиоративного состояния почв использованы данные химических анализов почв, полученные Казгипроземом. Для этой цели была проведена выборка показателей химического анализа по карте-схеме почвенных разрезов, приуроченных к литолого-геоморфологическим условиям рисовых полей: к русловым валам, его склонам и межрусловым понижениям. Через пять лет на этих же участках, по тем же горизонтам, нами вновь определялось наличие водорастворимых солей (табл. 5.10), из которой видно, что до освоения эти почвы были слабо и средне засоленными.

За истекший период на рисовом поле №4, расположенном на прирусловых валах, отмечено снижение сухого остатка и хлора, более чем в два раза. На поле №6, расположенном на склонах прирусловых вал в, не отмечено особых изменений в засолении почв, а на поле №3, расположенном на межрусловых понижениях, содержание сухого остатка и иона хлора увеличились по всему профилю почв в 2,3 раза. Это говорит о том, что в этих условиях дренажно-сбросная сеть не обеспечивает своевременный отвод дренажно-сбросных вод.

Таблица 5.10

## Изменение степени засоления почв рисовых карт

Хозяйство и севооборота поля	Глубина взятия образцов, м	Засоление почв %			
		Исходное		Через 5 лет	
		Сухой остаток	Cl	Сухой остаток	Cl
На прирусловых валах					
С-з «50 лет КазССР» 8 р/с, поле №4	0–10	1,256	0,029	0,57	0,015
	10–20	1,503	0,053	0,61	0,020
	30–40	1,232	0,065	0,41	0,030
	60–70	0,501	0,061	0,32	0,041
	100–170	0,842	0,033	0,51	0,045
На склонах прирусловых валов					
С-з «50 лет КазССР» 8 р/с, поле №6	0–10	1,988	0,119	1,890	1,110
	15–25	1,537	0,040	1,640	0,048
	40–50	1,338	0,030	1,280	0,031
	80–90	1,370	0,035	1,390	0,038
На междурядных понижениях					
С-з «Теренозекский»	0–10	1,127	0,120	2,650	0,240
	22–32	1,324	0,173	2,480	0,300
	65–75	1,339	0,173	1,830	0,115
	102–112	1,685	0,105	2,030	0,250

На основании вышеизложенного следует отметить, что с увеличением производства риса значительно изменяется естественно-сложившееся состояние орошаемых земель. На прирусловых валах при возделывании риса засоление почв снижается в междурядных понижениях – увеличивается. На территориях, подверженных обсыпанию и снижению грунтовых вод, содержание солей увеличивается. Необходимо подчеркнуть, что эксплуатируемые массивы, где дренаж и водоотводящая сеть выполнены в соответствии с требованиями проекта и где обеспечен своевременный отвод дренажно-сбросных вод, имеют удовлетворительное мелиоративное состояние земель.

Таким образом, рассмотренные материалы по формированию почвенного покрова, литологическое строение разрезов, процессов почвообразования аккумулятивных поверхностей и солеобмена между прирусловыми валами и междурядными понижениями в естественник свидетельствуют о закономерных процессах между этими элементами. Данные процессы проявляются и при широком развитии рисосеяния, поэтому выявление этих явлений в зависимости от геоморфологических элементов позволяют научно обосновать виды мелиоративных

мероприятий, обеспечивающих сохранение и улучшение плодородия почв рисовых оросительных систем Кзыл-Ординской области.

Однако, до настоящего времени, проектирование велось шаблонно, без учета природных условий, что привело к ухудшению мелиоративного состояния земель, а на отдельных участках и к вторичному засолению почв. Поэтому возникла необходимость в изучении конструкции рисовой системы в зависимости от природно-мелиоративных условий и выбора научно-обоснованного метода управления водно-солевым режимом почв на фоне двух типов регулирующей сети, карты Краснодарского типа и карты со скважинами вертикального дренажа и рекомендовать приемлемость того или иного искусственного дренажа.

Под рисовые системы со скважинами вертикального дренажа здесь отведены, в основном, засоленные участки с близким залеганием минерализованных грунтовых вод. Почвы лугово-болотные с плодородным слоем не более 20...40 см. Коэффициенты фильтрации почвогрунтов зоны аэрации составляет 0,3...0,8 м/сутки, а в зоне водонасыщения 3...10 м/сутки. В этих условиях рисовые системы представлены в основном картами Краснодарского типа с площадью чека 2,5...4 га.

Изучение солевого режима почв рисовых карт в зависимости от геоморфологической принадлежности показало, что после первого года возделывания риса в слое 0...20 см прирусловых валов, их склонов и междурядных понижений сухой остаток снизился соответственно на 65...72 % и 5...19 % от исходного содержания солей (табл. 5.11)

Т а б л и ц а 5 . 1 1

Солевой режим почв рисовых карт  
в различных литолого-геоморфологических условиях

Глубина слоя, см	Сухой остаток, %		
	Прирусловые валы	Склоны прирусловых валов	Междурядные понижения
1	2	3	4
До посева риса			
0–20	1,635	2,227	2,474
20–150	1,330	0,866	1,123
0–150	1,370	1,053	1,303
После года возделывания риса			
0–20	0,574	1,162	2,350
20–150	0,564	0,720	1,355
0–150	0,547	0,778	1,487

## Окончание табл. 5.11

1	2	3	4
До посева риса			
0–20	0,782	1,560	2,215
20–150	0,685	0,786	1,463
0–150	0,697	0,888	1,563
После второго года возделывания риса			
0–20	0,391	0,617	1,810
20–150	0,485	0,706	1,788
0–150	0,472	0,693	1,789

При этом остаток хлора-иона в почвах рисовых карт прирусловых валов и их склонов становится меньше допустимого предела токсичности. В слое 20...150 см интенсивность рассоления несколько снижается по сравнению с рассолением почв предыдущего горизонта. Так, почвы прирусловых валов и их склонов рассолились по плотному остатку соответственно на 49...57 %, а в почвах междусловых понижений наблюдается накопление солей на 19...21 % от исходного содержания.

Содержание хлор – иона снизилось соответственно на 80...82 % и 30...40 %. В межвегетационный период наблюдается некоторое накопление солей в верхнем слое почвы. За осенне-зимний периоды увеличение солей в верхнем 0...20 см слое почвы составило 10...20 %. Это обусловлено перемещением солей из нижних горизонтов в верхние.

Во второй год возделывания риса интенсивность рассоления почв по всем рассматриваемым горизонтам заметно снизилось по сравнению с первым годом освоения, что связано с уменьшением запаса и изменением качественного состава солей. В слое 0...20, 20...150 и 0...150 см содержание солей снизилось на прирусловых валах соответственно на 49,3...60,7 %, 30...45,5 % и 42...49,4 %. На склонах прирусловых валов горизонтам снижение солей составило 47,82...59,8 %, 16,8...25,9 % и 26,82...37,92 %. На почвах рисовых карт междусловых понижений наблюдается накопление солей в слое 20...150 см на 15...25 %. А почвы 0...20 см слое рассолились незначительно на 18...20 % от содержания солей в начале вегетации. По сравнению с первым годом освоения интенсивность рассоления в среднем снизилась на 15...20 %.

В целом вынос солей за два года возделывания риса на картах прирусловых валов в горизонтах 0...20, 20...150 и 0...150 см составил соответственно 76...80 %, 60...63 % и 65,8...69,0 %. На почвах склонов прируслового вала соответственно на 65,8...72,5 %, 19,5...51,0 % и 34,8...53,1 % и на почвах междусловых понижений вынос солей из слоя 0...20 см со-

ставил 23...39 %, а в слое 20...150 см и 0...150 см произошло накопление солей, соответственно на 34...40 % и 26...30 % от исходного засоления почв.

Для полной характеристики мелиоративного состояния почв в табл. 5.12 приводится солевой баланс рисовых карт.

Таблица 5.12

Солевой баланс 0–150 см слоя почв рисовых карт  
на различных литолого-геоморфологических условиях

Участки	Период возделывания риса	Исходное засоление, т/га	Поступление солей, т/га			Вымыто солей, т/га		
			С оросительной водой	С грунтовой водой	Всего	Сбросными водами	Нисходящим током	Всего
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Прирусловые валы								
1	До возделывания риса	293,9	43,9	–	337,8	17,4	203,1	220,5
	После 10 лет возделывания риса	149,5	40,8	–	190,3	18,0	71,1	89,1
2	До возделывания риса	224,6	41,9	–	226,5	18,2	148,6	166,8
	После 10 лет возделывания риса	134,1	42,4	–	176,5	19,0	88,0	107,0
Склоны прирусловых валов								
3	До возделывания риса	225,8	38,7	–	254,5	16,3	81,7	93,0
	После 10 лет возделывания риса	190,4	42,5	–	232,9	18,3	66,0	84,3

Окончание табл. 5.12

1	2	3	4	5	6	7	8	9
4	До возделывания риса	193,9	36,8	–	230,7	18,2	87,9	106,1
	После 10 лет возделывания риса	154,4	40,3	–	194,7	17,6	86,2	103,8
Межрусловые понижения								
	До возделывания риса	279,5	40,6	39,4	356,0	37,2	–	37,2
	После 10 лет возделывания риса	334,9	36,6	52,1	420,8	36,4	–	36,4
	До возделывания риса	306,5	38,8	35,8	381,1	40,5	–	40,5
	После 10 лет возделывания риса	367,8	40,3	23,9	432,0	45,2	–	45,2

После возделывания риса в слое 0...150 см в почвах рисовых карт прирусловых валов и их склонов остаточное засоление составило соответственно 30,9...34,4 % и 46,9...65,8 %.

При этом значительная часть солей выносится с нисходящими токами. В результате в почвах рисовых карт солевой баланс оказался отрицательным.

На почвах межрусловых понижений грунтовые воды приобретают напорность, препятствуют нисходящему току воды, что приводит к накоплению солей в почве и положительному солевому балансу.

Из вышеизложенных данных видно, что почвогрунты при русловых валов и их склонов рассоляются, а в почвах межрусловых понижений происходит засоление.

Недоучёт особенностей гидрогеологических мелиоративных условий при проектировании рисовых систем и неправильная их эксплуатация привели к вторичному засолению обширных территорий в низовьях Сырдарьи. Особенно это проявилось в пределах Левобережного Кызыл-Ординского массива орошения. Здесь после зарегулирования

стока Сырдарьи произошло уменьшение приходных статей водного баланса массива более чем на 1,58 км за счёт ликвидации паводковых разливов. В результате сальдо солевого баланса сохраняется положительным и превышает 2млнт. солей в год. Темп удельного соленакопления увеличился с 3,4 до 4,9 т/га в год за счёт повышения общей минерализации воды Сырдарьи. Отмечается и увеличение минерализации грунтовых вод. Продолжается рост вторичного засоления почв.

Усилению темпов соленакопления в почве способствует использование коллекторно-дренажных вод на орошение сельскохозяйственных культур. В низовьях Сырдарьи степень минерализации коллекторных вод очень высокая. Минерализация воды в крупных коллекторах области в среднем составляет: в южном коллекторе – 4,60...4,96, в среднем – 5,12...5,44, Кувандарье – 6,45...6,73 и восточном – Кармакчинском – 7,22...7,57 г/л.

По данным КазНИИриса, орошение риса водой минерализацией 2,7...3,0 г/л, снижает урожайность на 18...20 ц/га. При сульфатном засолении, когда содержание солей превышает 5 г/л и хлоридном (более 1,5 г/л) наблюдается гибель риса.

Характерной особенностью всех почв Кызыл-Ординской области является большая пестрота их по степени засоления. Однако, 50 % почв представлены средnezасоленными и сильнозасоленными разновидностями. Содержание солей в метровой толще колеблется в пределах 0,3...3,0 %.

Преобладающий тип засоления хлоридно-сульфатный. На рисовых севооборотах поливные карты и чеки краснодарского типа. Значение максимального модуля дренажно-сбросного стока составляют:

а) на тяжёлых почвах – 1,0 л/(с.га)

б) на лёгких почвах – 1,5 л/(с.га)

Коэффициент фильтрации на массиве в среднем составляет:

– глин – 0,1 м/сут;

– суглинков – 0,5 м/сут;

– песков – 0,8 м/сут;

– супеси – 1,0 м/сут.

Для Кызыл-Ординской области при слабом засолении рекомендуется производить промывку в 1–2 приёма нормой 1300...2500 м/га, при среднем нормой 3000...4000 м/га в 2–3 приёма, при сильном засолении в 3...4 приёма нормой 4000...5000 м/га. В настоящее время 1231 га площадей сельскохозяйственных угодий из имеющихся инженерно-под-



готовленных земель засолены и заболочены в связи с неудовлетворительной работой дренажа.

Коллекторно-дренажная сеть представлена открытыми каналами межхозяйственного и внутрихозяйственного назначения. Межхозяйственная коллекторно-дренажная сеть протяжённостью – 239,65 км, внутрихозяйственная сеть – 97,15 км. Коллекторно-дренажная сеть находится в запущенном состоянии и с задачами мелиорации земель не справляется.

В целях рассоления почв в Кзыл-Ординской области дополнительно к существующей дренажно-сбросной сети карт краснодарского типа строятся скважины вертикального дренажа. Мелиорирующее действие скважин вертикального дренажа изучалось в Чилийском районе, в рисовом совхозе «Авангард». Скважины размещались на самых низких чеках рисового поля, имеющих высокую степень засоления почвогрунтов.

Исследования показали, что степень засоления почвогрунта на участках вертикального дренажа снижается и зависит от величины дренированности рисовых чеков. Чем ближе чеки расположены к скважине, тем выше фильтрация воды из них и интенсивнее рассоляются почвогрунты. Одним из факторов, влияющих на величину фильтрации в оросительные периоды, является положение уровня грунтовых вод в различных частях рисовой карты, которая в свою очередь зависит от режима затопления рисового поля и работы скважины вертикального дренажа, работы оросительной и дренажно-сбросной сети. При работе систем скважин вертикального дренажа снижается напорность грунтовых вод на чеках с отрицательной террасностью, создаётся промывной режим орошения с нисходящим фильтрационным потоком оросительной воды, обеспечивающей рассоление почвогрунтов и снижение минерализации верхнего слоя грунтовых вод.

В табл. 5.13 показано содержание солей в 1 м слое почв опытного участка до начала строительства скважин вертикального дренажа и после 3 лет его эксплуатации.

В конце 3 года вегетации содержание солей в почвогрунтах уменьшилось. Наиболее активное рассоление произошло на участках, расположенных вблизи к скважине вертикального дренажа или коллекторно-дренажной сети. На участках удалённых от скважины до 100 м содержание солей в 1 м слое почв уменьшилось на 66,1 %, 100...200 м – 56,6 %, 300 м – 24,8 %, 400 м – 12,8 %, 500 м – 5,6 %. Среди солей наиболее интенсивно вымылись ионы сульфата и хлора. За три года эксплуатации скважин земли рассолились и перешли в разряд слабозасоленных.

Таблица 5.13

Содержание солей в 1-м слое почвогрунтов на участке  
вертикального дренажа в рисосовхозе «Авангард», % сухого остатка

Дата отбора	Расстояние до скважины ВД	HCO <sub>3</sub>	Cl	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Mg	Na+K <sup>+</sup>	Сумма солей
Начальное	100	0,041	0,164	0,977	0,151	0,100	0,931	2,364
Через 3 года		0,029	0,037	0,334	0,072	0,026	0,302	0,800
<b>Разница</b>		<b>0,012</b>	<b>0,127</b>	<b>0,643</b>	<b>0,079</b>	<b>0,074</b>	<b>0,629</b>	<b>1,564</b>
Начальное	200	0,042	0,090	0,702	0,092	0,070	0,672	1,668
Через 3 года		0,032	0,048	0,282	0,065	0,027	0,270	0,724
<b>Разница</b>		<b>0,010</b>	<b>0,042</b>	<b>0,420</b>	<b>0,027</b>	<b>0,043</b>	<b>0,402</b>	<b>0,944</b>
Начальное	300	0,050	0,030	0,202	0,038	0,020	0,024	0,564
Через 3 года		0,026	0,019	0,167	0,037	0,012	0,163	0,424
<b>Разница</b>		<b>0,024</b>	<b>0,011</b>	<b>0,035</b>	<b>0,001</b>	<b>0,008</b>	<b>0,061</b>	<b>0,140</b>
Начальное	400	0,037	0,037	0,222	0,047	0,021	0,228	0,592
Через 3 года		0,032	0,032	0,194	0,046	0,015	0,198	0,516
<b>Разница</b>		<b>0,005</b>	<b>0,005</b>	<b>0,028</b>	<b>0,002</b>	<b>0,006</b>	<b>0,030</b>	<b>0,076</b>
Начальное	500	0,038	0,017	0,141	0,032	0,015	0,149	0,392
Через 3 года		0,040	0,015	0,130	0,029	0,012	0,144	0,370
<b>Разница</b>		<b>-0,002</b>	<b>0,002</b>	<b>0,011</b>	<b>0,003</b>	<b>0,003</b>	<b>0,005</b>	<b>0,022</b>

## Глава 6. РЕЖИМ РАБОТЫ СКВАЖИН ВЕРТИКАЛЬНОГО ДРЕНАЖА НА РИСОВЫХ СИСТЕМАХ

### 6.1. Работа скважин вертикального дренажа в производственных условиях

Современная рисовая система состоит из оросительной, сбросной и дренажной сети, причём как показывает опыт эксплуатации, все её элементы должны иметь возможность работать независимо друг от друга. Совмещение функций, например возложение на дренажную сеть необходимости сброса воды с рисовых чеков, отрицательно влияет на мелиоративное состояние земель, поскольку отвод сбросных вод вызывает переполнение открытых дрен, что ведёт к снижению их дренирующего действия, усложняет эксплуатацию системы.

Поэтому в целях улучшения мелиоративного состояния земель, требуется разрабатывать такие конструкции технически совершенных рисовых систем, в которых каждый элемент системы выполнял одну только ему присущую функцию. Одной из таких систем является рисовая оросительная система со скважинами вертикального дренажа. Эта система предусматривает также возможность использования откачиваемых подземных вод на орошение как риса, так и сопутствующих культур, регулирования дренажного стока не только в вегетационный, но, что особенно важно, и в осенне-зимний период.

При использовании откачиваемых вод на орошение режим работы скважин должен быть увязан с графиком водопотребления, это позволит уменьшить забор воды на систему, сократит потери воды на фильтрацию из оросительных каналов и положительно скажется на мелиоративном состоянии земель.

В зависимости от природно-хозяйственных условий возможны следующие режимы работ систем скважин вертикального дренажа:

- постоянный по дебиту в течение 10 месяцев в году (остальное время относится на ремонт оборудования и сооружений). Такой режим работы рекомендуется для тяжёлых почвенно-мелиоративных и гидрогеологических условий;
- постоянный во времени, но переменный по количеству работающих скважин на системе;
- постоянный по периодам года, т.е. система работает в вегетационный период и в период промывок земель, а в остальное время отключается.

Назначенный режим работы скважин время от времени должен корректироваться на основании данных контроля за мелиоративным состоянием орошаемых земель.

Режим работы скважин вертикального дренажа должен обеспечить на массиве оптимальный мелиоративный режим и сопутствующий ему водно-солевой режим почв. Хорошая организация службы эксплуатации систем вертикального дренажа – одно из основных условий успеха получения ожидаемого мелиоративного фона. Вместе с тем надёжная и долговечная работа каждой скважины вертикального дренажа, а, следовательно, и всей системы в целом зависит от следующего:

- правильного выбора конструкции скважины и её водоприёмной части (фильтровой каркас и гравийная обсыпка);
- строгим соблюдением технологии строительства скважины, включая строительную откачку и формирование фильтра;
- соответствие насосно-силового оборудования дебиту самой скважины.

Несоблюдение этих требований приводит к срывам в процессе эксплуатации скважин и снижению мелиоративной эффективности вертикального дренажа.

Конструктивные особенности скважин вертикального дренажа (наличие обсыпного гравийного фильтра) практически всегда вызывают, даже при самых оптимальных условиях подбора и строительства фильтра, нарушение его при пусках и остановках. Даже незначительная смена режима работы скважины заставляет её песковать тем больше, чем хуже построена и подобран фильтрационный состав фильтровой обсыпки.

Учитывая это необходимо стараться по возможности обеспечить непрерывный установившийся режим работы насосно-силового оборудования скважины вертикального дренажа с остановками только на профилактику, ремонт и в других исключительных случаях.

Обеспечения технического осуществления мелиоративных задач возложенных на систему скважин вертикального дренажа с наименьшими эксплуатационными затратами во многом зависит от выбора научно-обоснованного режима откачек с учётом технических возможностей работы насосно-силового оборудования скважины, гидрогеологических, мелиоративных и хозяйственно-ирригационных условий территории. Скважины вертикального дренажа на рисовой системе должны предотвратить реставрацию вторичного засоления, не допустить заболачивание территорий, способствовать повышению урожайности риса и сопутствующих культур. Своей работой скважины повышают дре-

нированность территории и создают возможность использования дренажных вод на орошение. Поэтому уже по мере строительства дренажа чрезвычайно важно своевременно и правильно назначать режим работы скважин, обеспечивающий достижение проектного урожая риса и нужного мелиоративного эффекта при наименьших затратах на эксплуатацию систем. Режим работы скважин вертикального дренажа определяется в первую очередь конкретными природными условиями и режимом орошения.

Скважины вертикального дренажа являются частью рисовой оросительной системы. Расположены они рас сосредоточенно по площади всей системы, находясь непосредственно на орошаемой площади. Естественно все скважины на системе должны работать в строго определённом режиме. При этом задача вертикального дренажа – усилить нисходящие фильтрационные токи грунтовых вод из покровной толщи, обеспечить гидравлическую связь между грунтовыми водами и водами каптируемого пласта путём создания перепада давлений в результате откачек. Поэтому водоприёмная поверхность скважин вертикального дренажа должна принимать подземные воды из всего водосодержащего комплекса.

Режим работы скважин вертикального дренажа на рисовых системах должен быть принят таким, чтобы обеспечить:

- поддержание уровня грунтовых вод в период вегетации на полях занятых сопутствующими культурами на глубине (1,5...2,0 м), позволяющей, с одной стороны, предотвратить засоление почвогрунтов, а с другой – создать условия для возможности использования грунтовых вод на субирригацию;

- создание на полях занятых рисом фильтрации (5...7 мм/сут) и, следовательно, отвода фильтрационных вод и растворенных в них солей в нижний песчаный горизонт, с последующим отводом их за пределы орошаемого участка;

- использование в вегетационный период откачиваемых вод на орошение;

- создание оптимальных глубин залегания уровня грунтовых вод в весенний и осенний периоды, обеспечивающих своевременное проведение весенних полевых работ и механизированную уборку риса.

Согласно графика работы скважин вертикального дренажа утверждённого Чардаринским райисполкомом скважины должны работать в рисосовхозах «Восход» и «Комсомольский» – 210...280; «Казахстан» и «Целинный» – 300...330; «50 лет Октября» и «Кызылкумский» – 270...330 суток в году. Этот график предполагает довольно высокий ко-

ээффициент полезной работы (КПР) систем скважин вертикального дренажа от 0,58 до 0,9.

Анализ фактической работы систем скважин рисовых совхозов Чимкентской области по годам показывает, что коэффициент их полезной работы значительно ниже.

В процессе эксплуатации скважины вертикального дренажа снижают свой дебит, что обусловлено заносом фильтров песком и зарастанием их осадками выпадающими из воды. Исследования скважин на Кызылкумском массиве показали, что резкое снижение дебита наблюдается на 6...8 год эксплуатации. Причём рассматривать изменение дебита нужно не как функцию времени, а как функцию суммарного водозабора, потому что механическая и химическая кольматация фильтров возникает лишь в результате отбора воды. Проектный дебит скважин вертикального дренажа построенных на Кызылкумском массиве составлял 50...60 л/с.

Эксплуатация скважин с фильтром, который не пропускает необходимый расход нежелательна, т.к. приводит к отрицательным последствиям:

- снижается мелиоративная эффективность;
- не полностью используется возможность и КПД насоса, т.к. он не работает при не полностью открытой задвижке;
- повышается расход электроэнергии на единицу откачиваемой воды;
- включение скважины вертикального дренажа при открытой задвижке может привести к выходу из строя фильтра.

Кроме этого при забитом фильтре резко опускается уровень воды в самой скважине из-за увеличения выходных сопротивлений, что в любой момент может привести к засасыванию воздуха в насос, большим вибрациям и выходу из строя электродвигателя, подшипников и других элементов.

Всё это хорошо видно из анализа работы скважин вертикального дренажа в многолетнем разрезе по рисовым совхозам.

Несмотря на увеличение количества скважин общий объём откачиваемой ими воды не увеличивается. Из года в год прослеживается тенденция к уменьшению объёмов воды откачиваемой в среднем за год одной скважиной вертикального дренажа. В совхозе «Восход» объём откачиваемых вод одной скважиной уменьшился с 807,0 до 273 тыс.м<sup>3</sup>, «50 лет Октября» – с 623 до 222 тыс.м<sup>3</sup>, «Комсомольский» – с 711 до 439 тыс.м, «Целинный» – с 614 до 348 тыс.м<sup>3</sup>, «Казахстан» – с 660 до 311 тыс.м<sup>3</sup> и «Кызылкумский» – с 646 до 342 тыс.м<sup>3</sup>.

Кольматация фильтра приводит к повышению входных сопротивлений, снижению дебита скважин и повышению затрат электроэнергии на подъём воды. Если в первые годы на подъём 1 м воды затрачивалось 0,130...0,128 кВт, то в последующие годы затраты электроэнергии возросли до 0,168...0,175 кВт.

Такое положение в эксплуатации скважин вертикального дренажа связано с наличием объективных трудностей:

- отсутствие научно-обоснованного режима работы скважин;
- недостаток запасных частей и некачественный ремонт насосно-силового оборудования;
- поломка линий электропередач и трансформаторных подстанций;
- отсутствие электроэнергии;
- слабая материально-техническая база;
- отсутствие ограждающих сеток и будок для станций управления и электроаппаратуры.

Это приводит к сокращению количества работающих скважин на системе. Основной причиной выхода из строя скважин является поломка насосно-силового оборудования около 40...50 %. В некоторых хозяйствах скважины простаивают из-за поломки линий электропередач и ремонта гидротехнических сооружений. Встречаются и другие виды поломок. Такие, как выход из строя фильтра силовых трансформаторов и другие.

Всё вышесказанное говорит о том, что для получения необходимого мелиоративного эффекта нужно поднять эксплуатацию скважин вертикального дренажа на более высокий уровень, обеспечить службу эксплуатации необходимыми штатами и материальными ресурсами.

Только в этом случае появится возможность выдерживать требуемый режим работы систем скважин вертикального дренажа.

## **6.2. Способы управления вертикальным дренажём и режим его работы**

Режим работы скважин вертикального дренажа на рисовых системах должен преследовать цель – формирование и поддержание наиболее выгодного почвообразовательного процесса, который в комплексе с агротехническими и мелиоративными мероприятиями обеспечит получение максимальных урожаев риса и сопутствующих культур при наименьших затратах водных, трудовых и энергетических ресурсов.

На основании обобщения опытно-производственных исследований, выполненных в региональных природно-хозяйственных условиях ри-

сосеющих массивов Сырдарьи, выявлены факторы, определяющие режим работы скважин вертикального дренажа на периоды: мелиоративный (промывок и освоение) и эксплуатационный, вегетационный и межвегетационный.

В вегетационный период почвообразовательный процесс на землях рисовых оросительных систем связан с длительным затоплением чеков, которое вызывает, в зависимости от дренированности участков и действия дренажа, различные скорости фильтрации воды. Многолетними исследованиями, выполненными на рисовых системах бассейна Сырдарьи установлено, что фильтрация воды с затопленных рисовых чеков в пределах 3...6 мм/сут для лёгких суглинков, 4...8 мм/сут – средних и 6...12 мм/сут тяжёлых суглинков является оптимальной.

Фильтрация в указанных пределах благоприятно влияет на окислительно-восстановительные процессы, водно-солевой, пищевой и газовый режимы почв рисовых полей под слоем воды, способствует повышению урожайности риса. С уменьшением или увеличением фильтрации урожайность риса снижается.

С уменьшением фильтрации не обеспечивается выноса солей из корнеобитаемой зоны, прогрессируют восстановительные процессы, отмечается соленакопление в воде рисовых чеков и вторичное засоление земель.

С увеличением фильтрации отмечается значительный вынос из почвенного слоя в грунтовые воды не только вредных солей, но и питательных элементов, что приводит к снижению плодородия почв и урожайности риса.

У некоторых специалистов бытует мнение, что работа скважин вертикального дренажа на посевах риса в поливной период малоэффективна и вызывает лишь перерасход поливной воды и затраты на эксплуатацию. Такое мнение ошибочное. Скважины вертикального дренажа в поливной период снижают напорность грунтовых вод, обеспечивают фильтрацию воды с затопленных рисовых чеков. Вместе с фильтрационным потоком выносятся из почвенного слоя вредные соли и продукты жизнедеятельности микроорганизмов, а в почву поступает кислород и минеральные удобрения, что положительно сказывается на повышении урожайности риса. Поэтому скважины вертикального дренажа в поливной период должны работать на нормальную нагрузку с коэффициентом полезной работы (КПР) не ниже 0,85...0,92.

В период понижения слоя воды на рисовых чеках, перед авиаподкормкой и обработкой посевов риса гербицидом, скважины должны ра-



ботать на сброс, в остальное время дренажная вода в смешанном виде с оросительной может быть использована на полив риса и люцерны.

Наиболее ответственное время в работе скважины вертикального дренажа является период предуборочного осушения рисовых чеков. В это время необходима чёткая и бесперебойная работа всех скважин с тем, чтобы в возможно короткий срок (10...15 суток) понизить уровень грунтовых вод до глубин, позволяющих производить механизированную уборку риса. В этот период скважины вертикального дренажа должны работать на сброс с максимальной нагрузкой и КПР равным 0,90...0,95.

Для понижения уровня грунтовых вод на глубину 1,6...2,2 м скважины вертикального дренажа должны работать 75...110 суток после прекращения подачи воды на рисовые чеки.

На полях занятых посевами сопутствующих культур: люцерной, кукурузой и др. скважины вертикального дренажа должны обеспечить ирригационно-полугидроморфный режим почв корнеобитаемой зоны, при котором грунтовые воды используются сопутствующими культурами на субирригацию. В зависимости от глубины проникновения корневой системы, свойства почв, засоленности и сезона года уровень грунтовых вод меняется. Оптимальной глубиной залегания уровня грунтовых вод в вегетационный период является 1,5...1,7 м, при заданных глубинах уровня грунтовых вод обеспечивается максимальный урожай и благоприятное мелиоративное состояние земель. Для обеспечения такого уровня грунтовых вод скважины должны работать на нормальную нагрузку с КПР равным 0,5...0,6м на незасоленных землях и 0,6...0,7м на засоленных землях.

Во вневегетационный период грунтовые воды на рисовых системах должны залегать на глубине 1,6...1,8 м на легкосуглинистых, 1,8...2,0 м – среднесуглинистых и 2,0...2,2 м – тяжёло суглинистых почвах. Снижение плодородия почв происходит как при уменьшении уровня грунтовых вод, так и при его увеличении. В первом случае оно вызвано недостаточной аэрацией почвенного слоя, который остаётся сильно переувлажненным в результате капиллярного пропитывания от грунтовых вод; во втором, наоборот, значительным иссушением пахотного слоя.

В результате чего затухают микробиологические процессы и отмечается переход химических элементов из органических соединений в минеральные, которые при возделывании риса вымываются в грунтовые воды. Поэтому продолжительность работы скважин вертикального дренажа во вневегетационный период должна определяться, исходя из обеспечения требуемых глубин залегания уровня грунтовых вод.

Продолжительность работы скважин в зимний период зависит от интенсивности притока подземных вод, степени засоленности почвогрунтов и грунтовых вод. На землях со слабовыраженным притоком подземных вод, где подъём уровня грунтовых вод после отключения скважин не превышает 0,1...0,2 м. На зимний период скважины могут отключаться для ремонтно-профилактических работ и включаться в работу в предполивной период – март – апрель месяцы.

На участках, где подъём уровня грунтовых вод после отключения скважин превышает 0,3...0,5 м. Ремонтно-профилактические работы следует производить в декабре- январе месяце.

На сильно заболоченных, засоленных землях мелиоративный период (период промывок и освоения) длится 3...5 лет. В этот период скважины должны работать на максимальную нагрузку и отключаться для ремонтно-профилактических работ только на два месяца – декабрь и январь. Промывку засоленных земель следует совмещать с выращиванием риса и соблюдать особые меры для предотвращения подъёма солей в корнеобитаемый слой. Посев риса на засоленных землях следует производить в наиболее ранние сроки. Вслед за посевами на чеках нужно создавать слой воды 10...12 см. Если после затопления будут замечены признаки угнетения растений риса (отставание в росте или пожелтение их), то воду необходимо заменить. В период между сбросами и затоплением водой нельзя допускать подсушивания почвы.

На основании данных балансовых исследований по динамике солевого режима почвогрунтов и баланса зоны аэрации и грунтовых вод определена нагрузка на дренаж для площадей занятых посевами риса и люцерны. Различные режимы работы скважин вертикального дренажа на мелиоративный и эксплуатационные периоды показаны на рис. 6.1.

После завершения мелиоративного периода (3...5 лет промывки и освоения засоленных земель) режим работы скважин вертикального дренажа должен отвечать требованиям эксплуатационного периода, с отключением на ремонтно-профилактические работы на три месяца: декабрь, январь, февраль.

Следует помнить, что эффективность работы систем скважин вертикального дренажа зависит не только от режима работы, но и от качества строительства самих скважин, особенно фильтровой части колонны, насосно-силового оборудования, гидрогеологических, мелиоративных, хозяйственно-ирригационных условий территории, службы эксплуатации.

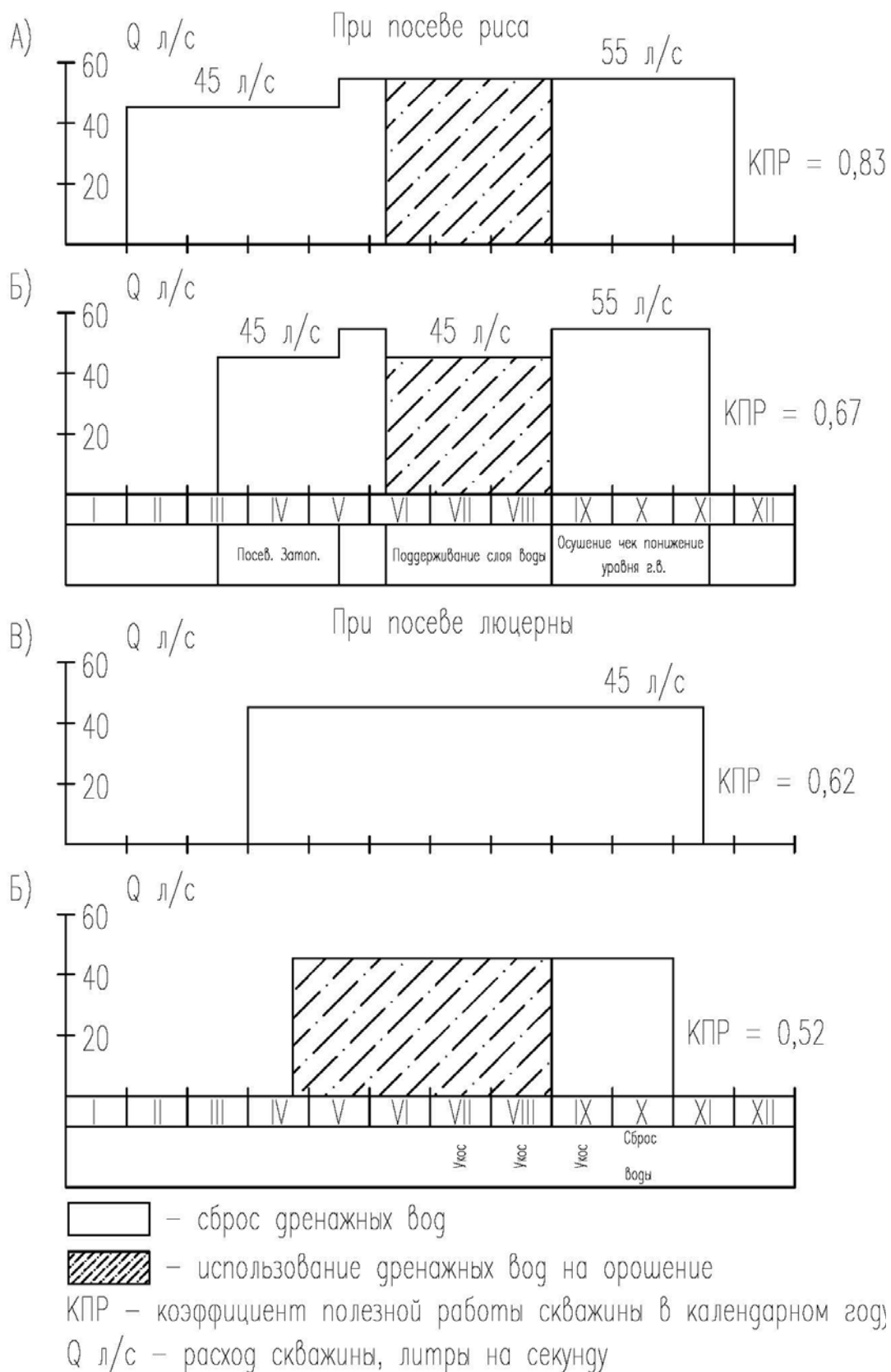


Рис. 6.1. Графики работ скважины вертикального дренажа на периоды:  
 а, в – мелиоративный; г – эксплуатационный

В комплексе с агромелиоративными мероприятиями рекомендуемые режимы работ скважины вертикального дренажа на рисовых оросительных системах бассейна Сырдарьи обеспечивают в радиусе 500...600 м промывной режим орошения и поддержание уровня грунтовых вод на оптимальных глубинах, урожайность риса 60 ц и более 1 га.

В зависимости от назначения вертикального дренажа различными будут не только режим его работы, но и способы управления.

Наиболее просто осуществить управление вертикальным дренажем и разработать режим его работы на массивах не подверженных засолению, где вертикальный дренаж выполняет задачу поддержания грунтовых вод на требуемой глубине. В этом случае режим работы дренажа зависит всего лишь от одного параметра – уровня грунтовых вод.

Значительно сложнее разработать режим работы скважин вертикального дренажа, который осуществляет рассоление орошаемых земель, поскольку мелиорируемые вертикальным дренажем земли характеризуются различными гидрогеологическими, литологическими, климатическими, ирригационно-хозяйственными и другими условиями.

В этих условиях механизм действия скважин вертикального дренажа будет неодинаков и соответственно неодинаковыми будут и режимы, в которых должны работать системы вертикального дренажа.

Различными будут эти вопросы для мелиоративного и эксплуатационного периодов работы гидромелиоративных систем. Следует отметить, что при рассолении земель с помощью вертикального дренажа эффективность его в мелиоративный период зависит также от обеспечения подачи в требуемые сроки необходимого количества воды на дренируемую площадь, нормальной работы водоотводящей коллекторно-дренажной сети и сооружений на ней.

Управление вертикальным дренажем в настоящее время ведётся на основании составляемых мелиоративной службой ремонтов откачек, в основу которых кладутся данные прошлого года наблюдений за параметрами, характеризующими мелиоративное состояние дренируемой территории. На основе этих данных составляется водно-солевой баланс массива.

В конкретных условиях данного гидрологического года, поскольку могут существенно изменяться исходные данные, заложенные в основу режима откачек, обусловленные изменением числа работающих скважин и времени их работы, климатическими, гидрогеологическими, ирригационно-хозяйственными условиями, режимы откачек необходимо

корректировать. Причём каждое из этих изменений по своему будет влиять на режим откачек.

При меньшем числе работающих скважин, из-за аварий и последующих ремонтов, отсутствия электроэнергии, потребуется увеличить время работы скважин; при повышении температуры воздуха и усилении ветровой деятельности относительно расчётных увеличится суммарное водопотребление, быстрее уменьшатся влагозапасы в почвогрунтах, что потребует увеличить водозабор на систему или поддерживать более высокие уровни грунтовых вод, если их минерализация позволяет использовать их на субиригацию.

В настоящее время изменение режимов работы скважин ведётся эксплуатационными организациями, но из-за отсутствия своевременной и объективной информации регулирование режимов откачек происходит с определённым запаздыванием и неточностью, что существенно влияет на эффективность мелиорации, расход электроэнергии, изнашиваемость электродвигателей и погружных насосов, а в целом резко снижает положительный эффект применения вертикального дренажа.

Для установления характера протекания процессов, происходящих при мелиорации, а также для возможности внесения корректив в управление этими процессами необходимо получение довольно большого объёма информации, как то – сведения об уровнях грунтовых вод, пьезометрических напорных подземных вод, минерализации оросительных, грунтовых и подземных вод, степени засоления почвогрунтов, влажности почвогрунтов зоны аэрации, структуре посевов, расходах воды, подаваемой на орошение и промывки, состоянии скважин вертикального дренажа, насосных станций на коллекторах, динамики климатических и гидрогеологических данных в течение года и т.д.

Обилие информации, её анализ и необходимость выбора нужной для принятия решения и задание требуемого режима работы системы скважин вертикального дренажа, а также возможности оперативно управлять процессом мелиорации земель ставит ряд вопросов, которые не нашли пока своего решения. При этом следует иметь в виду, что могут иметь место как случайные величины, в силу каких-либо местных условий, недостаточная информация с объектов, так и значительное запаздывание между получением информации и исполнением команд управления из-за медленного протекания процесса.

### 6.3. Расчет нагрузки на дренаж и корректировка режима работ скважин вертикального дренажа

Нагрузку на дренаж и режим работы скважин следует определить по водному балансу зоны аэрации подсчитываемому по уравнению С.Ф. Аверьянова:

$$\Delta W = Q_c + Q_p + (1 - \alpha) \Phi_k - (I + T_p) \pm q, \quad (6.1)$$

где  $\Delta W$  – изменение запасов почвенных вод от поверхности грунтовых вод, м<sup>3</sup>/га;

$Q_c$  – атмосферные осадки, м<sup>3</sup>/га;

$Q_p$  – количество воды, поданное на орошаемое поле, м<sup>3</sup>/га;

$\Phi_k$  – фильтрация из оросительной сети, м<sup>3</sup>/га;

$\alpha$  – коэффициент, показывающий долю фильтрации из каналов  $\Phi_k$ , идущую на питание грунтовых вод, а коэффициент  $(1 - \alpha)$  – долю от фильтрации  $\Phi_k$ , поступающую на увлажнение почвы;

$(I + T_p)$  – испарение и транспирация с рисового массива, м<sup>3</sup>/га;

$\pm q$  – величина подпитывания почвы со стороны грунтовых вод (+) или питание грунтовых вод опускающейся почвенной влагой (–), м<sup>3</sup>/га;

Атмосферные осадки принимаются среднемноголетними по ближайшей метеостанции: объем воды, поданный на орошаемые поля – в соответствии с режимом орошения как устанавливается по данным экспериментальных исследований.

Величина потерь на фильтрацию из оросительной сети определяется по формуле

$$\Phi_k = Q_p \frac{1 - \eta}{\eta}. \quad (6.2)$$

где  $\eta$  – коэффициент полезного действия системы;

$Q_p$  – водоподача на орошаемую территорию из оросительной сети.

Величина суммарного испарения и транспирации зависит от режима уровня грунтовых вод и состава возделываемых сельскохозяйственных культур и определяется по имеющимся экспериментальным материалам.

Решением уравнения (6.1) определяется величина водообмена ( $\pm q$ ).

При работе систем скважин вертикального дренажа дренажный сток складывается из оттока почвенных и грунтовых вод из покровного мелкозема и из привлекаемых вод каптируемых пластов (боковой приток и незначительно из нижележащих пластов) уравнение грунтовых вод записывается в виде:

$$\Delta W_{\text{гр}} = \mu \cdot \Delta h - \alpha \Phi_k \pm q \pm \Delta\Pi - D_{\text{в}} - D_{\text{г}}, \quad (6.3)$$

где  $\Delta W_{\text{гр}}$  – изменение запасов грунтовых вод, м<sup>3</sup>/га;

$\pm \Delta\Pi$  – разность притока и оттока подземных вод при работе системы скважин, м<sup>3</sup>/га;

$D_{\text{в}}$  – сток по вертикальному дренажу, м<sup>3</sup>/га;

$D_{\text{г}}$  – сток по горизонтальному дренажу, м<sup>3</sup>/га;

$\mu$  – коэффициент недостатка насыщения; остальные обозначения приведены выше.

При прогнозных расчетах сток по горизонтальному дренажу определяется по формуле

$$D_{\text{г}} = A (h_{\text{др}} - h_{\text{ср}}), \quad (6.4)$$

где  $h_{\text{др}}$  – действующая глубина дрены, равная разности отметок поверхности земли и уровня воды в дрене, м;

$h_{\text{ср}}$  – среднее значение глубины залегания грунтовых вод за рассматриваемый отрезок времени, м;

$A$  – интенсивность дренирования территории, м<sup>2</sup>/сут;

Значение интенсивности дренирования системой горизонтальных дрен ( $A$ ) устанавливается экспериментальным путем в натуральных условиях или по формуле А.П. Вавилова, полученной с использованием решения А.Н. Костякова в случае притока воды к дрене с двух сторон на единицу ее длины:

$$A = \frac{30\pi \cdot k \cdot l_{\text{др}}}{\ln \frac{z}{B} - 1}, \quad (6.5)$$

где  $l_{\text{др}}$  – удельная протяженность дрен на 1 га;

$z$  – расстояние между дренами, м;

$B$  – ширина зеркала воды в открытой дрене или диаметр фильтра дрены, м;

$k$  – коэффициент фильтрации, м/сутки.

Отток по вертикальному дренажу ( $D_v$ ) определяется решением уравнения баланса грунтовых вод (6.3). Одновременно значение стока по вертикальному дренажу складывается из следующих элементов:

$$D_v = Q_{\text{пок}} \pm \Delta\Pi, \quad (6.6)$$

где  $Q_{\text{пок}}$  – отток из покровного мелкозема, обусловленный работой системы скважин, м<sup>3</sup>/га;

$\pm\Delta\Pi$  – алгебраическая сумма естественного притока и оттока из эксплуатационного и нижележащих водоносных горизонтов, вызванного откачками скважин за счет снижения напоров (или уровня грунтовых вод), м<sup>3</sup>/га.

Значения оттока из покровного мелкозема устанавливается по формуле

$$Q = 10^4 \cdot k \cdot \frac{\pm\Delta h}{\tau}, \quad (6.7)$$

где  $k$  – коэффициент фильтрации покровного мелкозема м/сут;

$\Delta h$  – разность между уровнем грунтовых и подземных напорных вод, м;

$\tau$  – мощность водонасыщенной толщи покровного мелкозема, м;

$t$  – расчетный промежуток времени, сут.

Значение величины  $\pm\Delta\Pi$  зависит от конкретных геологических и гидрогеологических условий, от мощности системы скважин и характера их расположения (региональная или локальная система). В связи с этим доля  $\pm\Delta\Pi$  в случае каптирования подземных вод напорного и безнапорного бассейнов с различной степенью гидравлической связи водоносных горизонтов будет различна. Сам по себе этот вопрос слабо изучен, существующие методы определения взаимосвязи грунтовых и подземных вод сложны и требуют длительных наблюдений и исследований.

На основании полевых исследований и данных служб эксплуатации оросительных систем, по вышеизложенной методике выполнен расчет баланса почвенных и грунтовых вод, определена нагрузка на дренах из мелиоративных требований для полей занятых посевами риса и люцерны (табл. 6.1 и 6.2).



Таблица 6.1

Расчет режима работы скважин вертикального дренажа  
при возделывании риса

Показатели, м <sup>3</sup> /га	Месяцы												За год
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
<b>Поступление воды</b>													
Осадки $A$	270	270	400	360	220	70	20	20	10	130	210	270	2250
Водоотдача $O_p$	-	-	-	840	7380	4930	5580	5380	-	-	-	-	24110
Фильтрация из каналов $\Phi_k$	-	-	-	30	90	90	80	80	80	-	-	-	450
<b>Итого</b>	<b>270</b>	<b>270</b>	<b>400</b>	<b>1230</b>	<b>7690</b>	<b>5090</b>	<b>5680</b>	<b>5480</b>	<b>80</b>	<b>130</b>	<b>210</b>	<b>270</b>	<b>26810</b>
<b>Расход воды</b>													
Испарение и транспирации, $I+T_p$	120	180	640	860	2670	3490	3670	3390	860	520	110	90	16600
$\pm \Delta q$	150	90	-240	370	5020	1600	2010	2090	-770	-290	-100	-180	10210
УГВ в начале, м	1,8	2,0	2,0	2,0	2,2	0,0	0,0	0,0	0,0	1,2	1,8	2,0	
УГВ в конце, м	2,0	2,0	2,0	2,2	0,0	0,0	0,0	0,0	1,2	1,8	2,0	1,8	
Изменение УГВ, м	-0,2	0	0	-0,2	2,2	0	0	0	-1,2	-0,6	-0,2	-0,2	
Изменение запасов ГВ $\pm W$	-240	0	0	-240	2640	0	0	0	-1440	-720	-240	240	0
$\pm DW = \pm q \pm W$	390	90	-240	700	2380	1600	2010	2090	670	330	140	-60	10100
Приток (+), отток (-)	-390	-90	620	300	-1000	-400	-670	-710	1050	1080	950	60	800
<b>Отток воды</b>													
Дренособирателем	-	-	-	-	180	200	340	380	320	210	140	-	1770
Скважинами ВД	-	-	380	1000	1200	1000	1000	1400	1200	950	-	-	-9130
Время работы скважины, сут.	-	-	10	26	26	26	26	26	30	26	20	-	216
Дебит СВД, л/с	-	-	45	45	55	45	45	45	55	55	55	-	-

Таблица 6.2

Расчет режима работы скважин вертикального дренажа при возделывании люцерны

Показатели, м <sup>3</sup> /га	Месяцы												За год
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
<b>Поступление воды</b>													
Осадки А	270	270	400	360	220	70	20	20	10	130	210	270	2250
Водоотдача О <sub>р</sub>	-	-	-	-	-	600	600	600	-	-	-	-	1800
Фильтрация из каналов Ф <sub>к</sub>	-	-	-	-	-	36	36	36	-	-	-	-	108
<b>Итого</b>	<b>270</b>	<b>270</b>	<b>400</b>	<b>360</b>	<b>220</b>	<b>706</b>	<b>656</b>	<b>656</b>	<b>10</b>	<b>130</b>	<b>210</b>	<b>270</b>	<b>4158</b>
<b>Расход воды</b>													
Испарение и транспирации, И+Т <sub>р</sub>	120	80	640	860	2100	3100	4400	4300	2100	520	110	90	18420
±Δq	150	190	-240	-500	-1880	-2394	-3744	-3644	-2090	-390	100	180	-14262
УГВ в начале, м	2,4	2,2	2,2	2,0	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	2,0	2,2	2,4	
УГВ в конце, м	2,2	2,2	2,0	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	2,0	2,2	2,4	2,4	
Изменение УГВ, м	0,2	0,0	0,2	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	-0,2	-0,2	-0,2	0,0	
Изменение запасов ГВ ±W	240	0	240	240	0	0	0	0	-240	-240	-240	0	0
±W = ±q ±W	-90	190	0	-740	-1880	-2394	-3744	-3644	-1850	-150	340	180	-13782
Приток (+), отток (-)	90	-190	0	1140	2780	3294	4644	4544	2750	500	-340	-180	19032
<b>Отток воды</b>													
Дренособирателем	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Скважинами ВД	-	-	-	400	900	900	900	900	900	350	-	-	5250
Время работы скважины, сут	-	-	-	-	26	26	26	26	26	10	-	-	150
Дебит СВД, л/с	-	-	-	45	40	40	40	40	40	40	-	-	-

Важными материалами по корректировке режима работ служат оперативные данные по балансу грунтовых вод участков вертикального дренажа, составляемые в процессе эксплуатации.

При работе систем скважин вертикального дренажа корректировку режима работ следует производить по балансу грунтовых вод записанном в виде:

$$\Delta W_{гр} = Q_p + Q_r + Q_{фн} + Q_{фк} + Q_{пр} - Q_{ст} - Q_k - Q_{и}, \quad (6.8)$$

где  $\Delta W_{гр} = \mu \cdot \Delta h \cdot 10^4$  – изменение запасов грунтовых вод, м<sup>3</sup>/га;

$\Delta h$  – изменение уровня грунтовых вод;

$\mu$  – коэффициент водоотдачи грунтов;

$Q_p$  – количество воды, подаваемой на орошаемое поле из оросительных каналов, л;

$Q_{фн}$  – фильтрация воды с затопленных рисовых чеков;

$Q_{фк}$  – фильтрация из оросительной сети;

$Q_{пр}, Q_{ст}$  – подземный приток и отток грунтовых вод на орошаемом массиве;

$Q_d$  – сток по вертикальному дренажу, используемый на полив (+), на сброс (–);

$Q_k$  – сток по ограждающим коллекторно-дренажным каналам;

$Q_{и}$  – интенсивность испарения грунтовых вод.

Из балансового уравнения (6.8) определяется  $\Delta h$ , за рассматриваемый период  $\Delta t$ .

Если найденное значение  $\Delta h$  принадлежит интервалу плановых значений или допустимому заданному интервалу, то необходимость в корректировке режима работ СВД отпадает. Если уровень грунтовых вод находится выше допустимого интервала значений, то изменяется объем откачек с последующей проверкой вновь полученных значений объемов откачки ( $Q < Q_d < Q_{дmax}$ ) и конечного уровня грунтовых вод.

В период вегетации уровень грунтовых вод на рисовых чеках, занятых посевами риса, принимается равным 0,1 м, на полях люцерны 1,5 м. В осеннее – зимний период повсеместно уровень грунтовых вод принимается равным 1,8...2,2 м.

#### 6.4. Методика размещения скважин вертикального дренажа на рисовых системах

Работы по проектированию рисовых оросительных систем со скважинами вертикального дренажа связаны не только с установлением

минимума приведения затрат по проектной системе, но и с рациональным размещением скважин вертикального дренажа, определением размеров рисовых полей, разделением их на карты, а рисовых карт на чеки, так чтобы обеспечить оптимальную фильтрацию с каждого рисового чека в пределах 4–6 мм/сут. Только хорошо запроектированная система создает реальные предпосылки к высокоэффективному использованию орошаемых земель, то есть получения максимума урожая при минимуме затрат на строительство и эксплуатацию.

Эта задача является многовариантной, поскольку допускает некоторое множество технических решений, каждое из которых может удовлетворить техническим требованиям, но при этом основные параметры системы (размеры полей, объемы планировочных и земляных работ, количество сооружений, протяженность оросительных и сбросных каналов и т.д.) будут значительно различаться. В этой связи получить оптимальные в заданном смысле проектные решения возможно только на базе применения экономико-математических методов путем перебора вариантов на ЭВМ.

Практика проектных институтов показывает, что разработка проектов ведется на должном уровне и не отвечает требованиям времени. Как правило, окончательный вариант проекта утверждает из ограниченного количества вариантов, группа экспертов, основываясь при этом в значительной степени на своем опыте и интуиции.

В настоящее время разработаны (а в отдельных районах введены в эксплуатацию) новые перспективные технически совершенные конструкции рисовых оросительных систем, способы регулирования и технические средства управления водораспределением на них. Проведены широко масштабные теоретические и экспериментальные исследования позволившие описать почвообразовательные процессы и возможности управления ими на протяжении всего вегетационного периода. Все это предъявляет качественно новые требования к проектам в то же время резко увеличивает объемы проектных работ. Поэтому в сложившихся условиях возрастает роль вычислительной техники при проектировании рисовых оросительных систем.

Работу по проектированию рисовой системы со скважиной вертикального дренажа можно разделить на три этапа.

Одной из главных причин значительной пестроты в урожайности риса на рисовых системах являются различная степень дренированности орошаемых земель, которая предопределяет направление почвообразовательных процессов, степень засоления и заболачивания почв. Оптимальные условия для выращивания риса достигаются при дрени-

рованности территории, обеспечивающей фильтрацию воды с рисовых чеков в пределах 4–6 мм/сут. При меньших значениях фильтрации прогрессируют восстановительные процессы, отмечается засоление и заболачивание почв; при больших значениях фильтрации – вымыв питательных элементов. В целях повышения дренированности земель и обеспечения высоких урожаев риса на рисовых системах бассейна Сырдарьи строятся скважины вертикального дренажа. В основу расчета оптимального проектирования рисовых систем приняты полученные авторские свидетельства № 579966 и 993883 и метод динамического программирования.

На рисовых системах со скважинами вертикального дренажа скорость фильтрации воды с чеков зависит от их высотного расположения (террасности), удаления от скважины, расхода воды скважины и площади ее обслуживания, водно-физических свойств почв и слоя воды на рисовых чеках. Чем выше отметка чека, тем ближе он находится к скважинам, тем больше величина фильтрации. С увеличением водопроницаемости почв, слоя воды на чеке и дебита скважины, фильтрация также возрастает.(рис. 6.2).

С учетом перечисленных факторов фильтрация воды с затопленных рисовых чеков и место размещения скважины на рисовом поле определяются по установленной зависимости:

$$\omega = \frac{\left[ \frac{Q}{F} + \frac{K_0 \left( \frac{h}{A} + H_i - H_j \right)}{H_j} \right]}{10^{-3} \ln \left( \frac{l_{ij}}{H_i - H_j} \right)}, \quad (6.9)$$

где  $Q$  – расход воды скважиной вертикального дренажа м<sup>3</sup>/сут;

$F$  – площадь обслуживания скважиной, га;

$K_0$  – коэффициент фильтрации покровных отложений м/сут;

$h$  – слой воды на рисовом чеке, м;

$A$  – пористость (скважность) покровных отложений в долях от объема почв покровных отложений;

$H_i$  – расстояние от поверхности земли  $i$ -го чека до водоупора, м;  
 $n = 1, 2, 3, \dots$  – количество чеков на рисовом поле;

$H_j$  – расстояние от поверхности земли до водоупора у устья  $j$ -го размещения скважины, м;

$l_{ij}$  – расстояние от центра чеков рисового поля до устья скважины, м;

$H_{j0}$  – столб воды в скважине от водоупора при откачке, м.

По формуле (6.9) методом перебора определяется место размещения скважины вертикального дренажа на рисовом поле, величина фильтрации воды из рисовых чеков и необходимая глубина их затопления.

Расстояние от центра чеков рисового поля до устья скважины вычисляется по формуле

$$l_{ij} = \sqrt{(Y_i + Y_j)^2 + (X_i - X_j)^2}, \quad (6.10)$$

где  $Y_i$  – ордината центра чека;

$Y_j$  – ордината скважины;

$X_i$  – абсцисса центра чека;

$X_j$  – абсцисса скважины;

Значения  $Q, F, K_o, A, H_i, H_{j0}, Y_i, X_i$  являются исходными данными для вычисления и вводятся в машину для каждого вычисляемого поля.

После задания исходных параметров, вычисления производятся следующим образом. Полагаем, что в начале скважина размещена в центре первого чека рисового поля, счет чеков первого чека рисового поля, счет чеков рисового поля ведем слева направо и сверху вниз. По формуле (6.9), вычисляем фильтрацию воды с центров оставшихся чеков рисового поля, при изменении слоя воды на рисовых чеках от 0,05 до 0,25 м. Затем местом размещения скважины принимаем центр второго чека, третьего и т.д. и при каждом размещении скважин вычисляем фильтрацию воды с чеков при изменении слоя воды на чеке 0,01 м и от 0,06 до 0,25 м. Сравниваем результаты вычислений и выбираем такое размещение скважины при котором наибольшее количество чеков рисового поля обеспечено фильтрацией в пределах 4–6 мм/сут. Затем уточняем месторасположение скважины, размещая ее на границе чека вдоль дороги, исходя из удобства подвода электроэнергии, технического обслуживания и авиа обработки рисовых полей. Перемещение скважины изменений в фильтрации воды с рисовых чеков не повлечет.

Для расчета составлена программа на языке программирования Фортран-1У, на печать выдается место размещения скважины, величина фильтрации воды из рисовых чеков и слой их затопления. Расчеты выполняются по блок-схеме, (рис. 6.3).

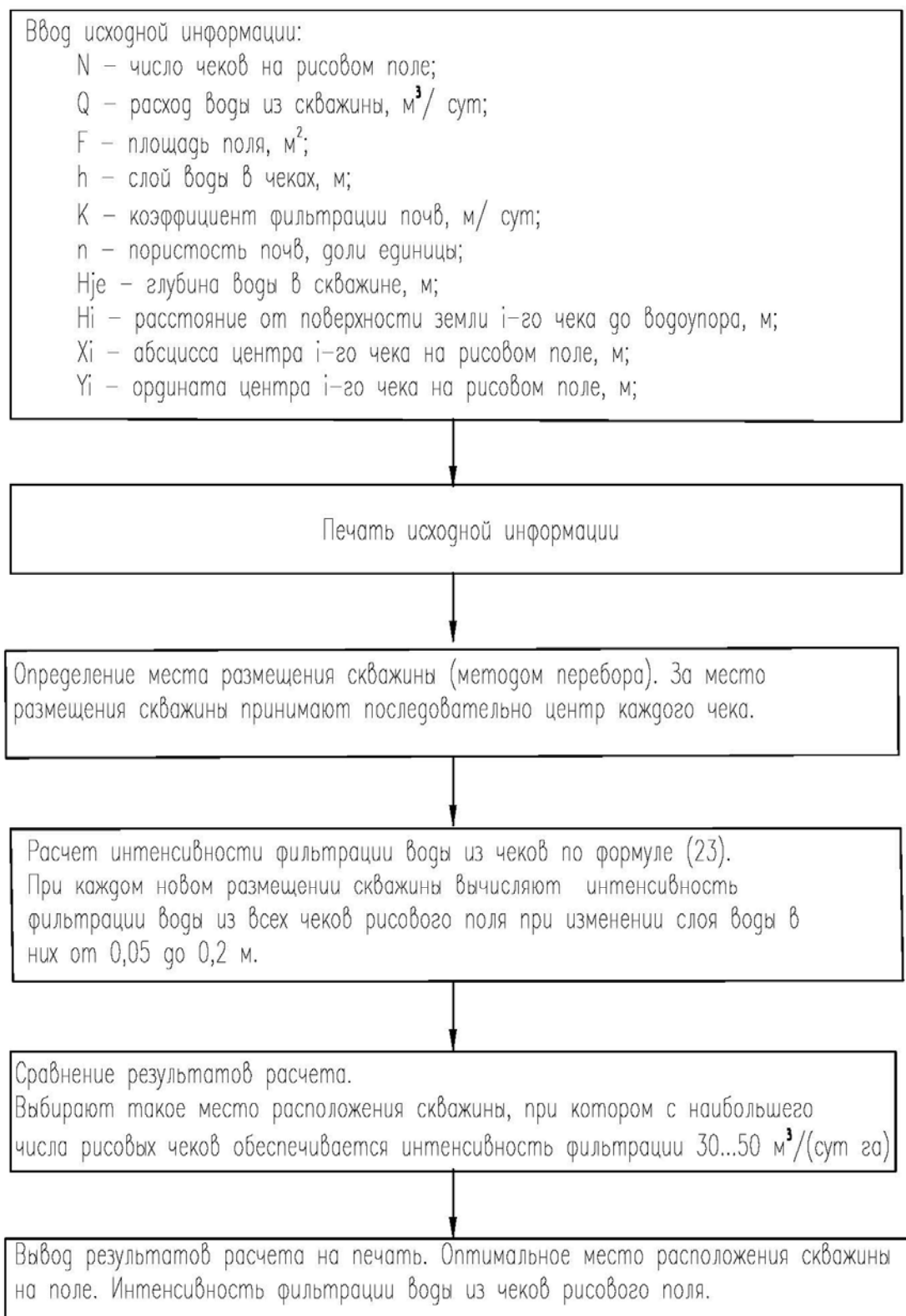


Рис. 6.3. Блок-схема для определения места расположения скважин вертикального дренажа на рисовом поле

## Глава 7. ЭКСПЛУАТАЦИЯ СКВАЖИН ВЕРТИКАЛЬНОГО ДРЕНАЖА И ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ ИХ РАБОТЫ

### 7.1. Анализ современного состояния скважин вертикального дренажа на рисовых системах

Известно, что работоспособность вертикального дренажа во многом зависит не только от правильного расчета параметров, конструкции, технологии строительства, почвенно-гидрологических условий местности, но и от правильной его эксплуатации, качества и своевременности ремонта.

В настоящее время на рисовых системах бассейна Сырдарьи построено более 200 скважин вертикального дренажа. Вертикальный дренаж построен на мелиоративно неблагоприятных землях в дополнение к существующему горизонтальному дренажу, на землях с близким залеганием уровня грунтовых вод и развитыми процессами вторичного засоления. Среднегодовой объем дренажного стока одной скважиной составляет 480460 м<sup>3</sup> воды.

Эксплуатацией вертикального дренажа на рисовых системах Чимкентской области занимается специальный отдел, организованный при управлении эксплуатации кзылкумского канала системы Минводхоза Казахстана. В Кзыл-Ординской области СПМК-9 треста «Монтаж-спецстроя» Главриссовхозстроя. В каждом административном районе организованы эксплуатационные участки вертикального дренажа, которые осуществляют наблюдение за работой скважин, насосно-силового оборудования, за качеством энергоснабжения, состоянием надземного комплекса и подъездных дорог.

Кроме того, ими осуществляется контроль за качеством ремонта насосно-силового оборудования, строительством новых и реконструкцией существующих скважин вертикального дренажа.

За каждым участком закрепляется автотранспорт (чаще всего бортовая автомашина ГАЗ-53) силами эксплуатационных участков производятся профилактические ремонты наземного комплекса, станций управления, устраняются мелкие неисправности и регулируется работа систем скважин вертикального дренажа.

Монтаж и демонтаж скважин, очистку их от заиления, ремонт и замену насосов, ремонт подъездных путей и другие работы осуществляется Джетысайским управлением вертикального дренажа по методу



бригадного подряда. Работы выполняются специальными бригадами по предварительным заявкам.

Обследование и анализ работы скважин вертикального дренажа на рисовых системах бассейна Сырдарьи показывает, что многие скважины простаивают из-за неисправности насосов и электрооборудования. К наиболее часто встречающимся дефектам насосно-силового оборудования относятся: оплавление фаз обмотки статора, истирание графитных колец, износ торцевых уплотнений. Причинами возникновения этих поломок в основном являются недостаточная механическая прочность изоляций выводных концов, пескование с образованием провальных воронок вокруг скважины и снижение дебита за счет кольматации фильтра и его заохривания. Причиной осадкообразования на фильтрах, в прифильтровых зонах скважин является нарушение равновесия окислительно-восстановительных и щелочно-кислых условий в водоносном пласте, при водоотборе. Велика также для поломок механической части насосов, что свидетельствует о необходимости повышения надежности их работоспособности.

Следует отметить, что качество энергоснабжения насосного оборудования на рисовых системах низкое, а это является одной из причин нарушения нормальной эксплуатации скважин. Кроме того, многие хозяйства, в период вегетации, используют дренажную воду на полив, при этом наблюдаются случаи самовольного их включения, в результате чего изменяется ритмичность их работы, выход из строя предохранительных устройств.

Для обеспечения нормальных условий работы скважин вертикального дренажа необходимо повысить качество энергоснабжения насосного оборудования и ремонтных работ, улучшить снабжение запчастями и обмоточным материалом, автотранспортом, повысить квалификацию обслуживающего персонала, иметь надежный прогноз кольматации фильтровой части скважин, режима работы и периодичности их действия.

## **7.2. Строительство, ввод и приемка скважин вертикального дренажа в эксплуатацию**

Размещение скважин вертикального дренажа на массиве дается в проекте. На рисовой системе скважина обычно обслуживает одно поле севооборота площадью 70...90 га. Для обеспечения равномерности дренирования скважина должна располагаться в центре поля. При привязке точек в натуре нужно соблюдать некоторые правила, связанные с

особенностями производства строительных и монтажных работ на территории поля в увязке с расположением других сооружений (оросительных и сбросных каналов, ЛЭП, и т.д.). Следует иметь в виду, что при строительстве смещение скважин на несколько десятков метров, практически не оказывает никакого влияния на эффективность работы всей системы.

На рисовых системах бассейна Сырдарьи скважины вертикального дренажа бурятся методом вращательно-всасывающего бурения с обратной промывкой чистой водой, которая свободно подается через устье скважины в забой, откуда высасывается вместе с породой через наконечник бурового инструмента и бурильные трубы эрлифтом или специальным насосом.

Этот метод бурения, обеспечивая значительные скорости производства работ, создает хорошие условия каптажа водоносных горизонтов.

Принципиальное отличие в технологии бурения вращательно-всасывающим методом – закрепление стенок скважины чистой водой за счет гидростатического противодавления. Для обеспечения этого условия, необходимо во время строительства иметь постоянный ток чистой воды расходом 30 л/с, чтобы он обеспечил скорость воды в стволе скважины не менее 1,5...2,5 м/с. Уровень воды при этом в стволе скважины должен быть на 2,5...3,0 м выше уровня грунтовых вод. В противном случае нарушится гидростатическое противодавление и стенки скважины в мелко- и среднезернистых пещках будут обрушаться.

После выбора места строительства производится подготовка рабочей площадки. Площадка должна быть достаточных размеров, чтобы на ней разместилось все необходимое оборудование и материалы, и иметь хороший подъездной путь. Площадка должна быть приподнята над соседними чеками, хорошо спланирована.

На рабочую площадку завозят и располагают в порядке необходимом для удобного производства работ, буровой стенки, бурильные трубы, буровые инструменты, компрессоры, трубы для фильтровой колонны, гравийную фильтровую обсыпку. Необходимо подготовить источник чистой воды для бурения, а также возможность отвода воды и пульпы в процессе бурения и при последующей строительной откачке.

Скважины на рисовых системах бурятся буровой установкой ФА-12 техническая характеристика которой приведена ниже:

Максимальная глубина бурения – 250 м.

Диаметр бурения – 444...1270 мм.

Диаметр бурильных труб – 150 мм.

Способ очистки забоя – центральным насосом или эрлифтом.

Частота вращения ротора – 6; 11; 28; 40 мин<sup>-1</sup>.

Тип подъёмника – трехбарабанный.

Высота мачты – 12 м.

Подача насоса – 4000 л/мин.

Подача компрессора – 5,2 м<sup>3</sup>/мин.

Масса установки – 15,8 т.

Кроме непосредственного бурения скважины при её строительстве выполняются следующие основные виды работ:

- Песчано-гравийное покрытие площадки.
- Отрывка шурфа под оголовок скважины.
- Бетонное крепление оголовка.
- Перфорация труб.
- Установка труб в скважину.
- Устройство водоприёмного сооружения.
- Устройство гравийного фильтра.

Для обеспечения нормальной работы скважины вертикального дренажа в период эксплуатации по окончании её сооружения строительная организация должна производить строительную, пробно-эксплуатационную и опытную откачку, предусмотренную проектом водозаборного сооружения. Многолетний опыт строительства и эксплуатации скважин вертикального дренажа показал, что не соблюдение требований и проведение работ по опробованию скважин с отступлением от принятых правил приводит к неполному освоению их и нередко к выходу из строя дорогостоящих сооружений. Поэтому вводу скважины в эксплуатацию необходимо уделять особое внимание.

В период строительной откачки из обсыпки и водоносного пласта через поры фильтра и отверстия каркаса выносятся мелкие частицы, а более крупные отлагаются на внешней поверхности его, формируя устойчивый обратный фильтр.

Согласно требованиям строительных норм откачки должны производиться не менее чем при двух-трех понижениях, постепенно приближаясь к проектной производительности скважины.

Строительная откачка продолжается до полного осветления воды. Продолжительность пескования скважин обычно зависит от характера водоносного горизонта, конструкции фильтрового каркаса, от гранулометрического состава обсыпки и правильного её подбора.

Пескование скважин может иметь явную форму (вынос песка с водой) или скрытую форму. В последнем случае песок не выносится на поверхность, а находится в стволе скважины во взвешенном состоянии.

Для нормальной эксплуатации скважины оборудованной фильтром, количество песка в воде не должно превышать 0,01 % от объёма откачиваемой воды. Поэтому в процессе откачки необходимо проводить замеры расхода и понижения уровня воды, определять степень осветления воды и количество выносимых с водой частиц песка и других пород. Строительная откачка производится эрлифтом. Если водоносный горизонт представлен легко и среднезернистыми песками, то строительную откачку следует начинать с минимального дебита.

Переходить к большему дебиту можно только после полного прекращения выноса песка и стабилизации расхода, а также понижения воды в скважине. При строительной откачке рекомендуется постепенно доводить производительность скважины на 15...20 % выше эксплуатационной.

Пробно-эксплуатационную откачку производят в случае недостаточного гидравлического излучения участка скважины вертикального дренажа, с целью установления дебита и понижения в скважине. Если производительность наноса, применяемого при откачке, не ниже дебита самой скважины, то откачка производится при одном понижении уровня. Общая продолжительность пробной откачки должна быть не менее 2 суток. Полученные результаты необходимы для выбора оборудования и способствует установлению режима работы самой скважины.

Опытная откачка является одним из основных элементов комплекса работ по вводу скважины в постоянную эксплуатацию. По результатам опытной откачки устанавливаются зависимость дебита скважины от понижения уровня воды, минерализацию откачиваемой воды, характер изменения расхода скважины в зависимости от режима её работы. Все виды откачек должны вестись непрерывно до достижения стабильного притока воды в скважину.

Бурение и ввод скважин в эксплуатацию завершают составлением паспорта скважины. В паспорте заносятся данные геолого-литологического разреза и гидрогеологические условия массива, метод бурения, результаты опробования скважины, её подробная конструкция, вид и тип водоподъёмного оборудования. К паспорту прилагается акт сдачи и приемки скважины. Построенные или капитально отремонтированные скважины должны приниматься в эксплуатацию специальной комиссией, которая устанавливает: правильность размещения скважины на местности, соответствие всех параметров и конструкций рабочим чертежам, соответствие фактической производительности скважины про-

ектной, а также наличие и составление технической документации, правильность составления технического паспорта.

Все отклонения в производстве работ и изменения в конструкции скважины в процессе строительства должны быть согласованы с заказчиком и с организацией, разработавшей и утвердившей технический паспорт.

Прием сооружения в постоянную эксплуатацию оформляется специальным актом. К акту прилагается следующие документы: паспорт на скважину и наземные сооружения где указывается номер скважины, строки строительства или ремонта, метод бурения и тип бурового станка, зависимость дебита от понижения, удельные дебит: конструкция скважины, с указанием материала длины и диаметра обсадных труб, конструкция фильтрового каркаса и фракционный состав гравийной обсыпки: тип и марки насоса и электродвигателя, их размеры, производительность и величина напора: журнал эксплуатации скважины: акты на скрытые работы.

Вся эта документация должна храниться в Управлении эксплуатации и служить руководством при эксплуатации скважины.

### 7.3. Задачи и организация службы эксплуатации

Эффективность рисовых оросительных систем зависит не только от правильного и качественного проектирования и строительства и от своевременного проведения комплекса эксплуатационных мероприятий, в который входят работы по уходу и поддержанию в нормальном состоянии всех систем, текущему и капитальному ремонтам.

Несовременное или некачественное проведение работ по ремонту сооружений на системе часто приводит к их преждевременному выходу из строя и тем самым наносит ущерб народному хозяйству.

Хорошая организация службы эксплуатации должна обеспечить надежность и долговечность работы всей системы, для того чтобы обеспечить создание оптимального мелиоративного эффекта на орошаемой территории.

Исходя из вышесказанного, служба эксплуатации управления оросительных систем должна обеспечивать выполнение следующих работ:

1. Эксплуатацию мелиоративных систем и водохозяйственных сооружений межхозяйственного значения в целях создания благоприятных условий для получения устойчивых урожаев сельскохозяйственных культур.

2. Осуществление надзора за мелиоративным состоянием орошаемых земель и выполнение необходимых мероприятий по предотвращению их засоления и заболачивания.

3. Организацию рационального водопользования на мелиоративных системах и водохозяйственных сооружениях межхозяйственного значения, своевременную и беспорядочную подачу воды хозяйствам в соответствии с утвержденными в установленном порядке планами водопользования.

4. Поддержание на орошаемых землях оптимального водосливного режима.

Кызылкумское управление оросительных систем осуществляет техническую эксплуатацию межхозяйственной, оросительной, коллекторно-дренажной сети, ирригационно-мелиоративных насосных станций, скважин вертикального дренажа, а также эксплуатационных дорог, линий связи автоматики и телемеханики.

Для выполнения всего комплекса работ в составе Кызылкумского управления оросительных систем имеются 4 гидроучастка, участком автоматики, телемеханики и связи, участок ирригационно-мелиоративных насосных станций и 2 участка скважин вертикального дренажа.

Каждую скважину вертикального дренажа следует рассматривать как узловой элемент рисовой системе, представляющей из себя достаточно сложное гидротехническое сооружение. Скважины рассредоточены по площадке массива и, являясь его частью, должны работать в едином режиме, увязанном с работой в других элементов системы.

Согласно нормам дренажная система на крупных массивах разбивается на отдельные эксплуатационные участки, обычно по территориальному расположению, охватывающие 7...10 скважин на площади 15...25 тыс.га. Исходя из этого, на Кызылкумском массиве организованы два участка скважин вертикального дренажа – Чардаринский и Кызылкумский, – которые подчиняются отделу мелиорации Кызылкумского управления оросительных систем. Кроме того, в ведении отдела мелиорации находится участок ирригационно-мелиоративных насосных станций.

Первый эксплуатационный участок обслуживает 127 скважин, расположенных на территории совхозов «Восход», «Кок-Су», «50 лет Октября», и «Комсомольский».

Второй эксплуатационный участок обслуживает 131 скважину на территории совхоз «Казахстан», «Байркумский», «им. 60-летия Каз. СССР».

В комплексе скважин вертикального дренажа входит также 62,7 км эксплуатационных дорог и 2,03 км отводящей сети с гидросооружениями.

Эксплуатационный участок контролирует работу скважин вертикального дренажа (регулярный осмотр, включение и выключение скважин согласно режима работы, учёт количества откачиваемой воды и потребление электроэнергии), выполняет мелкий профилактический ремонт и замену вышедших из строя деталей, осуществление профилактического ремонта по техническому обслуживанию систем вертикального дренажа с помощью специализированных ПМК.

На Кызылкумском массиве планово-предупредительные и восстановительные ремонтные работы скважин вертикального дренажа осуществляется подрядным способом СПМК-65 треста «Казголстепводстрой». Капитальный и средний ремонты электронасосов производится СПМК-79.

Пусконаладочными работами, ремонтом и регулировкой электрооборудования действующих и вводимых в эксплуатацию скважин занимается участок №2 Алма-Атинского специализированного пусконаладочного управления «Главрессовхозстрой».

По Кызылкумской области 185 скважин вертикального дренажа из них 78 в Чилийском районе, 13 в Яны-Курганском районе, и 49 на Левобережном массиве. Глубину скважин в зависимости от залегания водоупора изменяется от 38 до 58 м стоимость одной скважины находится в пределах 16,0...54,0 тыс.рублей, проектный дебит 25...35 л/с. Скважины оборудованы погружными электронасосами марок ЭЦВ-10 и ЭЦВ-12.

Фактическим дебит скважины значительно ниже проектного и составляет 12...30 л/с.

Анализ работы скважин вертикального дренажа показывает, что практически половина из них (в мае не работало 56 или 43,1 %, а в августе – 61 или 46,9 %) простаивали из-за плохой их эксплуатации. Причем основной приемной простоя являлась поломка насосно-силового оборудования 55,5 % (табл. 7.1).

Технической эксплуатацией скважин вертикального дренажа специально занимается эксплуатационный участок, организованный в 1977 году при СПМК-9. Численность обслуживающего персонала участка – 27 человек, в том числе по хозяйствам Кызыл-Ординского Левобережного массива – 11 человек и по Чилийскому и Яны-Курганскому районам – 16 человек. Кроме того, в составе СПМК-9 имеется 7 человек по ремонту насосно-силового оборудования.

Таблица 7.1

Наличие СВД и причины их неисправности  
по Кызыл-Ординской области

№	Район, хозяйство	Всего скважин	Май						Август											
			Исправны		Ремонт ЛЭП		Ремонт насоса		Ремонт ГТС		Исправны		Ремонт ЛЭП		Ремонт насоса		Ремонт ГТС			
			шт	%	шт	%	шт	%	шт	%	шт	%	шт	%	шт	%	шт	%	шт	%
1	Чиилийский	20	14	70	-	-	6	30	-	-	16	80	-	-	4	20	-	-	-	-
2	С-з Авангард	15	10	66	-	-	5	34	-	-	8	53	-	-	6	40	-	-	-	-
3	К-з Гигант	10	6	60	-	-	4	40	-	-	4	40	-	-	4	40	-	-	1	10
4	К-з Жданова	8	6	75	-	-	2	25	-	-	5	62	-	-	3	38	-	-	-	-
5	К-з Ембечки	7	5	7	-	-	1	14	1	4	6	85	-	-	1	15	-	-	-	-
6	Райспецхозобъединение	4	4	100	-	-	-	-	-	-	2	50	1	25	1	25	-	-	-	-
7	К-з Тункерис	1	1	100	-	-	-	-	-	-	1	100	-	-	-	-	-	-	-	-
8	Пос. Чиили	3	3	100	-	-	18	26	1	2	45	66	3	34	19	28	1	2	-	-
	<b>Итого по району</b>	<b>68</b>	<b>49</b>	<b>72</b>	-	-	<b>18</b>	<b>26</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>45</b>	<b>66</b>	<b>3</b>	<b>34</b>	<b>19</b>	<b>28</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	-	-
1	С-з 50 лет КазССР	4	3	50	-	-	2	50	-	-	1	25	-	-	3	75	-	-	-	-
2	С-з Терень-Узякский	4	1	25	-	-	3	75	-	-	3	75	-	-	1	25	-	-	-	-
3	С-з Чиркейлиский	8	3	37	-	-	5	63	-	-	2	25	-	-	6	75	-	-	-	-
4	С-з ЛК Казахстана	3	2	66	-	-	1	34	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	100	-
5	С-з Аккумский	9	3	33	6	67	-	-	-	3	33	-	-	6	67	-	-	-	-	-
6	С-з Тан	13	2	15	3	23	5	39	3	23	4	30	-	-	9	70	-	-	-	-
7	С-з Акжарский	8	-	-	8	100	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	8	100	-
	<b>Итого по левобережному мас-сиву</b>	<b>49</b>	<b>13</b>	<b>26</b>	<b>17</b>	<b>37</b>	<b>16</b>	<b>32</b>	<b>3</b>	<b>8</b>	<b>13</b>	<b>26</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>25</b>	<b>51</b>	<b>11</b>	<b>23</b>	<b>-</b>	<b>-</b>



Большие трудности в проведении своевременного ремонта скважин вертикального дренажа вызывает отсутствие необходимых комплектующих деталей, механизмов и транспорта.

Основными задачами службы эксплуатации системы вертикального дренажа должны быть:

- приемка в эксплуатацию построенных в соответствии с проектом и подключенных ко всем внешним коммуникациям новых установок вертикального дренажа;
- поддержание в рабочем состоянии всех сооружений системы;
- обеспечение проектного режима работы скважин;
- контроль за мелиоративным действием вертикального дренажа и на основании этих данных корректировка режима работы скважин;
- осуществление связи с хозяйствами и обеспечение с их помощью полного гидромелиоративного и агротехнического комплекса, необходимого для достижения проектного мелиоративного режима;
- составление документов режима работ системы и отчетов об эффективности систем вертикального дренажа в связи с продуктивностью орошаемых земель.

Исходя из задач службы эксплуатации, обслуживаемой площади и количества скважин для нормальной их работы необходимо утверждать соответствующий штат, оснащать его необходимым транспортом, механизмами, требуемыми запасными частями.

Эксплуатация скважин проводится лицами специально обученными для этой цели.

Персонал, обслуживающий скважины вертикального дренажа обязан вести специальный журнал, в которой регулярно заносятся сведения о режиме эксплуатации скважины и показания измерительных приборов (счетчика, амперметра и др.)

Журнал эксплуатации скважин вертикального дренажа является основным документом отражающим её работу и работу насосно-силового оборудования во времени.

Время от времени должен производиться визуальный осмотр элементов комплекса скважин вертикального дренажа, водопроницаемость эксплуатационных труб, задвижек, просадку устья скважины, исправность и состояние оборудование и измерительных приборов, а также производить отбор воды из скважины с целью определения её минерализации.

Все эксплуатируемые скважины должны быть оборудованы водомерами для определения объёма откачиваемых вод, вольтметра, амперметрами и счетчиками для определения расхода электроэнергии.

Режим работы скважины после пуска её в эксплуатацию определяется следующими параметрами: расходом, динамическим уровнем, силой тока электродвигателя т.д. Изменение или нарушение эксплуатационных параметров свидетельствует о наличии неисправностей или неполадок в работе скважины или насосно-силового оборудования. Нарушение эксплуатационных параметров скважины обычно влечёт за собой выход из строя или элементов самой скважины или насосно-силового оборудования. Поэтому необходимо в кратчайший срок установить причины этих нарушений и устранить их.

Основа правильной эксплуатации – соответствие насосно-силового оборудования дебиту самой скважины. Поэтому на скважине должно монтироваться только то насосно-силовое оборудование, которые рекомендуются в техническом паспорте. Особое внимание следует обращать на производительность насоса. Она, во избежание выходи из строя, как скважины, так и насоса, не должна превышать дебита скважины записанном в техническом паспорте. При увеличении дебита скважины за счёт установки более мощного насоса возможен вынос породы из фильтровой зоны, что может привести к износу самого насоса и повреждению фильтра.

В ходе эксплуатации необходимо периодически производить замеры откачиваемой воды и следить за изменением физических свойств воды.

При обнаружении изменений в параметрах скважины или прекращения её работы необходимо проверить исправность насоса и только после этого проверить исправность самой скважины.

В тех случаях, когда изменение параметров скважины и насосно-силового оборудования вызваны несколькими причинами и сопровождаются уменьшением расхода, производится специальное обследование скважины, по результатам которого назначается способы устранения неисправностей.

При появлении песка в откачиваемой воде нельзя останавливать насос до полного осветления воды. Если вынос песка наблюдается продолжительное время, необходимо постепенно уменьшить производительность насоса до полного исчезновения песка в воде. Если пескование скважины не прекращается, то следует остановить насос, демонтировать его и очистить от песка. Скважину после этого необходимо отремонтировать.

Незначительное пескование скважины в начальные моменты её пульсации не является признаком неисправности и практически на работу насоса не влияет.

Режим эксплуатации скважин вертикального дренажа должен быть по возможности постоянным. При частых отключениях и включениях скважин в работу нарушается сформированный в процессе строительной откачки фильтр, что приводит к усиленному пескованию скважины. Это может привести к выходу из строя как самой скважины, так и насосно-силового оборудования. Исходя из этого нужно стремиться к тому, чтобы продолжительность каждой откачки была возможно большей, а количество включений и отключений минимальным.

Все сведения об остановках скважины их причины, результаты ремонта заносят в паспорта скважины.

Под вертикальным дренажем понимается целый комплекс сложных и дорогостоящих сооружений включающих само водозаборное сооружение с насосно-силовым оборудованием, а также наземного оборудования к которому относится энергетическое оборудование (ЛЭП, трансформаторная подстанция, средства автоматики и управления скважиной, контрольно-измерительная аппаратура и т.д.), подъездные пути, задвижки, водоприёмные сооружения, водоотводящая сеть. Понятно, что надёжность работы всей системы, складывается от надёжности работы каждого элемента этой системы. Неисправность или выход из строя какого-нибудь элемента нарушают работу всей системы или ведут к её остановке.

Под надёжностью понимают способность сооружения выполнять все заданные функции с сохранением рабочих параметров в пределах установленных допусков в течение определённого интервала времени.

Надёжность служит показателем качества сооружения в широком смысле этого слова. Она определяется следующими факторами: качеством проектирования, качеством поставляемых материалов и оборудования и строительства скважин вертикального дренажа.

На работниках служб эксплуатации лежит большая ответственность, заключающаяся не только в правильной эксплуатации скважин вертикального дренажа, но и своевременном выявлении и устранении возможных проектных и строительных недостатков.

Повышение уровня эксплуатации вертикального дренажа имеет решающее значение для обеспечения его надёжной и продолжительной работы. В процессе эксплуатации скважин вертикального дренажа наблюдается их выход из строя или нарушение режима нормальной работы. Это вызвано следующими причинами: механической и химической кольматацией фильтров и прифильтровой зоны водоносного горизонта; образованием песчаной пробки в водоприёмной части колодца, что происходит ввиду несоответствия конструкции фильтрового каркаса

(размера и формы отверстия) фракционному составу пород водоносного горизонта; механического повреждения фильтра; коррозии и зарастания фильтрового каркаса и труб; плохим качеством работ при устройстве водоприёмной части; нарушением работы насосно-силового оборудования и т.д.

Для обеспечения эксплуатационной надёжности вертикального дренажа, увеличение срока службы и межремонтных периодов необходимо строгое выполнение соответствующих эксплуатационных мероприятий. К комплексу основных мероприятий по эксплуатации вертикального дренажа относятся: надзор, уход, текущий, капитальный и аварийный ремонт.

К мероприятиям по надзору относятся: постоянная охрана всех сооружений скважин вертикального дренажа от порчи и разрушения; профилактические мероприятия, а также ряд других работ, направленных на поддержание их в исправном состоянии и качественном состоянии. Надзор за скважинами вертикального дренажа необходимо вести круглый год.

Уход за вертикальным дренажем предусматривает проведение широкого комплекса мероприятий по обеспечению исправности и устранению всех незначительных нарушений возникающих при работе скважин вертикального дренажа.

Текущий ремонт выполняют для устранения необходимых дефектов и повреждений. В результате этого обеспечивается бесперебойная работа водохозяйственных систем, сооружений и оборудования.

Работы по текущему ремонту скважин вертикального дренажа производятся в течение всего года по графику, составленному в начале текущего года.

Текущий ремонт предусматривает демонтаж водоподъёмного оборудования, текущий ремонт насоса, его разборку, ревизию, замену износившихся деталей и проверку труб эксплуатационной колонны. При этом работа насоса проверяется в действии.

Кроме этого в состав текущего ремонта входит предварительное и детальное обследование технического состояния скважин вертикального дренажа.

Предварительное и детальное обследование осуществляется специальными комиссиями.

Предварительное обследование начинают с ознакомления со всей технической документацией по строительству и эксплуатации скважин, проверкой и уточнения статического и динамического уровней воды, дебита и удельного дебита скважины; осмотра технического со-

стояния насосно-силового оборудования и анализа результатов произведенных ремонтов и т.д. По окончании предварительного обследования результаты всех видов осмотра оформляются актами с составлением описи ремонтных работ. Кроме того, в актах указываются сроки устранения дефектов, последовательность проведения ремонтных работ, а также вносятся предложения по улучшению технической эксплуатации скважин.

Детальное обследование производится для получения дополнительных сведений по конструкциям вертикального дренажа и выявления технического состояния отдельных узлов. При детальном обследовании может быть произведено вскрытие устья скважины, демонтажного обследования определяется объём капитального ремонта скважины.

Капитальным ремонтом скважины вертикального дренажа считается такой, при котором производят замену изношенных конструкций и деталей, полную или частичную замену износившегося оборудования или отдельных узлов новыми.

Капитальный ремонт скважин производят в тех случаях, когда с помощью текущего ремонта нельзя обеспечить их бесперебойную работу.

К основным работам по капитальному ремонту относятся: обследование технического состояния скважины, обсадных труб, фильтра; восстановление производительности колодца; чистка стен обсадных труб и фильтров, демонтаж и монтаж насосно-силового оборудования, замена пришедшего в негодность оборудования и т.д.

В случае необходимости восстановления вертикального дренажа, разрушенного или частично повреждённого впоследствии стихийных явлений, или из-за грубого нарушения правил эксплуатации, производит аварийный ремонт.

Аварийные работы проводят во внеплановом порядке и ведут, как правило, круглосуточно, применяя необходимые меры по быстрой ликвидации аварии.

Повреждения аварийного характера, создающие опасность для жизни людей или проводящие к большим материальным ущербам, необходимо устранять немедленно, привлекая требуемое количество рабочей силы и материально-технических ресурсов.

Эксплуатация насосно-силового оборудования должна осуществляться в соответствии с инструкцией по эксплуатации, выпускаемой заводом-изготовителем этих агрегатов.

Правильная техническая эксплуатация, систематический уход и своевременный предупредительный ремонт насосно-силового оборудования обеспечивают длительную и безотказную его работу.

Ввод насосно-силового оборудования в постоянную эксплуатацию производится одновременно со сдачей в эксплуатацию всех сооружений скважины вертикального дренажа на основании акта приемочной комиссии.

Насосно-силовое оборудование работает непосредственно в контакте с водоприёмником и гравийной обсыпкой. Качество последней непосредственно влияет на надёжность и долговечность работы насосно-силового агрегата. Наибольшую опасность для насосов представляет пескование скважин. Длительное пескование может вывести из строя не только насос, но и привести к посадке устья скважины.

Скважины вертикального дренажа на Кызылкумском массиве оснащены погружными насосами марки ЭЦВ-12-255-30 м и ЭЦВ-12-160-35 м характеристики которых приведены в табл. 7.2.

Т а б л и ц а 7 . 2

Технические данные насосов ЭЦВ

Марка насоса	Подача воды, м <sup>3</sup> /ч	Напор, м	Тип электродвигателя	Мощность, кВт	Напряжение, В	Частота вращения, об/мин	Поперечный размер агрегата
ЭЦВ-12-255-30 м	230	22–23	ПЭДВ32-230	32	380	2920	281
ЭЦВ-12-160-35 м	120–175	28–40	ПЭДВ22-230	22	380	2920	281

Эксплуатация и техническое обслуживание насосных установок типа ЭЦВ для скважин состоит в следующем: систематическое наблюдение за показателями контрольного – измерительных приборов (амперметра, счетчика и др.), примерно один раз в месяц замерять динамический уровень воды в скважине. Необходимо, чтобы динамический уровень воды в скважине был выше верхней части электронасоса. Для насоса ЭЦВ-10-160-35 м – 1,0 м. При понижении динамического уровня необходимо перекрыть задвижку, чтобы понизить расход насоса. В период эксплуатации насосно-силового оборудования следует также систематически проверять сопротивление изоляции кабеля подводящего электроэнергию к электродвигателю. Оно не должно быть ниже 0,5 МОм.

В случае понижения сопротивления электронасоса его необходимо остановить и демонтировать, проверить состояние изоляции кабеля и при необходимости заменить.

В процессе эксплуатации, необходимо регулярно проводить осмотр, очистку и подтяжку элементов станции управления, обратив на это особое внимание при пуске установки после длительной остановки. При длительной непрерывной работе скважины желательна раз в месяц проверять состояние контактов пускателя и реле, производить затяжку крепежных болтов и гаек.

Все данные о работе электронасоса и контрольно-измерительных приборов, а также об изменении сопротивления изоляции, динамического уровня воды в скважине регулярно заносятся в специальный журнал.

При техническом уходе за насосно-силовым оборудованием запрещается: эксплуатировать скважину и насос при появлении песка в откачиваемой воде более 2...3 %, это приводит к интенсивному износу подшипников и рабочих органов насоса; производить пуск насосной установки на полную мощность после длительного перерыва; эксплуатировать электропогружные насосы при наличии шума или вибрации; производить работу по ремонту и обслуживанию насосных установок неквалифицированными людьми.

В период эксплуатации погружных насосов контрольно-измерительные приборы должны находиться под постоянным наблюдением, содержаться в чистоте и согласно паспортным данным время от времени тестироваться в специальных мастерских.

Особо следует отметить процесс пуска скважины. Инструкция по эксплуатации погружных насосных агрегатов типа ЭЦВ предусматривает осуществление пуска при полностью или частично закрытой задвижке для того, чтобы постепенно открывая её предотвратить возможность развития больших скоростей в прифильтровой части скважины.

Такой способ пуска целесообразен если эксплуатационная колонна между насосом и задвижкой заполнена водой. Для этого необходимо возле насоса устанавливать обратный клапан.

Однако все погруженные насосы типа ЭЦВ выпускаемые нашей промышленностью и установленные на скважинах Кзылкумского массива обратным клапаном не оборудуются. Отсутствие обратного клапана приводит к тому, что перед пуском пространство эксплуатационной колонны между задвижкой и статическим уровнем воды в скважине оказывается незаполненным водой.

При пуске в системе скважина – насос – эксплуатационная колонна до задвижки возникают волновые процессы в движущейся воде, вызванные изменениями режима работы насоса. Во всех случаях пуска насосной установки (исключая полностью открытую задвижку) в момент завершения заполнения эксплуатационной колонны происходит резкое повышение давления, как в самой эксплуатационной колонне, так и в обсадной давление возникает в результате гидравлического удара масс движущейся воды об диск задвижки и соударения возле насоса потоков воды движущихся со стороны фильтровой части. При этом давление может превышать статическое, что приводит к обратному току воды в кооптируемый пласт. Вследствие этого возможно нарушение ранее сформировавшейся фильтровой части и вынос песка из скважины.

Поэтому наименее опасны в отношении возникновения гидравлического удара и нарушения фильтровой части скважины является пуск насосной установки при полностью открытой задвижке.

#### **7.4. Техничко-экономические показатели работы скважин вертикального дренажа на рисовой системе**

Для объективной оценки работы скважин вертикального дренажа все технико-экономические показатели следует подразделить на две группы: по видам затрат и по мелиоративному эффекту.

В первую группу входят удельные капиталовложения на строительство и эксплуатацию, отнесенные на 1 га мелиорируемой площади, коэффициент эффективности и срок окупаемости дополнительных затрат, рассчитанных по эксплуатационным расходам.

Ко второй группе относятся дренажный модуль, скорость снижения уровня грунтовых вод, темпы рассоления почвогрунтов и грунтовых вод, урожайность сельскохозяйственных культур, а также возможность регулирования уровня грунтовых вод в связи с требуемым мелиоративным режимом.

Срок окупаемости и экономическая эффективность капиталовложения зависит в основном от объемов сельскохозяйственного производства на мелиорированной территории.

Урожайность сельскохозяйственных культур, от которой зависит стоимость валовой продукции, чистый доход и себестоимость, отражает уровень агротехники организационно-хозяйственные мероприятия и гидромелиоративные условия. Поэтому установить, какой процент увеличения урожайности и снижения себестоимости приходится на



долю мелиорации, бывает затруднительно. Однако, когда в хозяйствах, несмотря на улучшение всех звеньев комплекса (кроме дренажа), урожайность остается низкой или уменьшается, то это можно объяснить только ухудшением земель, т.е. их засолением.

После строительства дренажа земли рассоляются, что способствует повышению урожайности.

Обследование скважин показало, что многие скважины работают в условиях искусственно-повышенного напора (путем прикрытия задвижек из-за кольматации фильтра) в результате чего наблюдается резко завышенный расход электроэнергии. Многие скважины простаивают. Все это говорит о том, что работа вертикального дренажа на рисовой системе не всегда отвечает предъявляемым требованиям.

Практически по всем совхозам в многолетнем разрезе отмечается снижение объемов откачиваемой воды в среднем одной скважиной.

Из года в год из-за поломок увеличивается количество не работающих скважин.

Скважины по проекту должны быть оборудованы электронасосами марки ЭЦВ-12-225-30М. Но за последние годы при их выходе из строя службе эксплуатации нередко заменяет их насосами марки ЭЦВ-10-160-30Г, которые имеют более низкую производительность, что неблагоприятно отражается на эффективности работы системы скважин вертикального дренажа.

За характеризуемый период объем воды откачиваемой системой скважин вертикального дренажа изменялся в пределах 53...69 млн м<sup>3</sup> за год или 6,1...8,5 тыс.м<sup>3</sup> на один гектар орошаемой площади. Минерализация откачиваемых дренажных вод за эти годы практически не изменилась и находилась в пределах 2,76...1,24 г/л.

При неравномерном по годам стоке воды из скважин вертикального дренажа наблюдается различный мелиорирующий эффект, который характеризуется выносом солей из зоны аэрации. Так одна скважина за год выносит с откачиваемой водой порядка 685...1100 т солей или 9,8...15,7 т с одного га.

Неравномерно распределяется по годам и потребление электроэнергии от 79 до 104 тыс. кВт/ч на одну скважину и соответственно ее стоимость. С ежегодным ростом количества скважин вертикального дренажа увеличиваются и расходы на содержание штата для обслуживания. Снижение дебита скважин на Кызылкумском массиве приводит к удорожанию стоимости откачиваемой воды.

Скважины вертикального дренажа на Кызылкумской рисовой системе работают с перебоями, многие из них законсервированы и исполь-

зуются только в период вегетации для полива, коэффициент постоянства работы скважин в году составляет 0,46...0,62. В течение года их эксплуатация осуществляется без соблюдения режима работы.

Все скважины запроектированы с производительностью порядка 50...70 л/с, при удельном дебите 1,5...2,0 л/с. Из-за такой расходной характеристики не обеспечивается проектное формирование депрессионных воронок и региональное понижение уровня грунтовых вод на подвешенной к ним орошаемой площади (рис. 7.1).

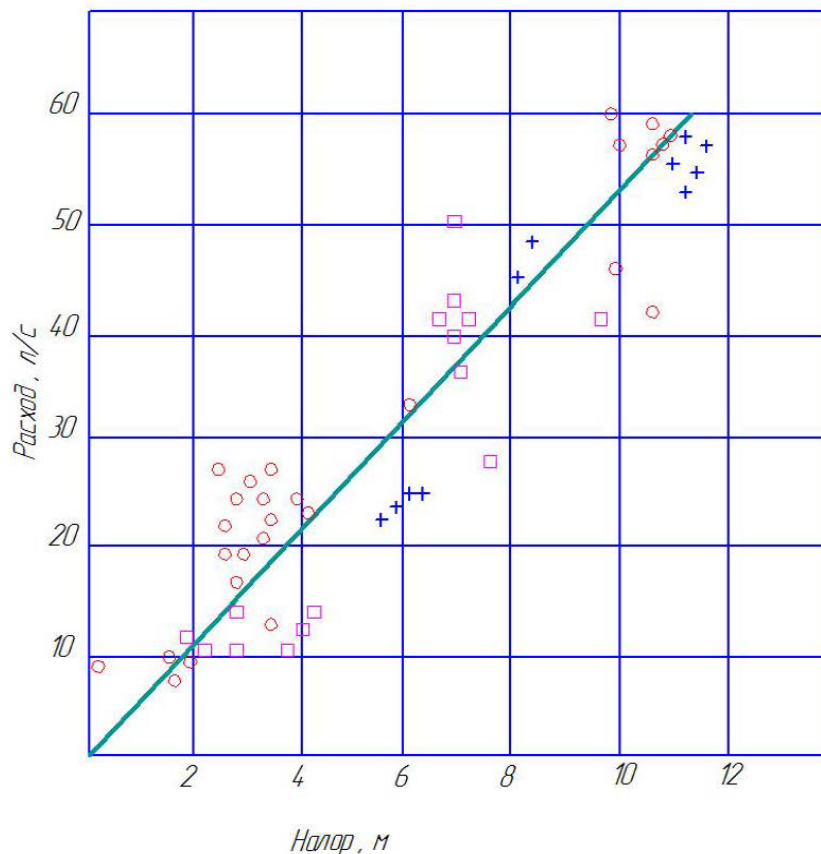


Рис. 7.1. Зависимость дебита скважины вертикального дренажа от напора

Главной причиной низких производительных характеристик скважин вертикального дренажа является неудовлетворительное состояние водоприемной части, сложившейся как в процессе эксплуатации, так и в результате строительства.

На многих скважинах вертикального дренажа предусмотренная проектами затрубная обсыпка фильтровой части выполнена не отсортированными крупнозернистой песчано-гравийной смесью, а щебнистым материалом, что привело к резкому снижению их скважности. Из-за неудовлетворительно проведенных строительных откачек на многих скважинах произошла частичная кольматация водоприемной

части, в результате чего уменьшился водоприток. Все это резко снижает удельный дебит скважин, и не обеспечивает необходимые темпы мелиоративного улучшения земель.

В целом, несмотря на некоторые недостатки, как в строительстве, так и в эксплуатации вертикального дренажа, его применение на Кызылкумской рисовой системе дало положительные результаты.

### **7.5. Совершенствование конструкции рисовых оросительных систем и их эксплуатации**

Дальнейшее развитие рисосеяния в условиях острого дефицита водных ресурсов должно осуществляться, главным образом, за счет повышения качественных показателей орошаемого гектара. Наибольшие возможности для резкого повышения продуктивности орошаемых земель здесь связаны с комплексным регулированием факторов жизни растений, созданием в почве оптимального водно-воздушного, солевого, теплового и питательного режимов.

Поэтому совершенствование конструкции рисовых систем имеет большое значение не только для строительства и эксплуатации их, но и для обеспечения выращивания высоких урожаев сельскохозяйственных культур.

Существующие в настоящее время конструкции рисовых оросительных систем – это завершение длительных поисков технического решения, соответствующего технологии производства риса и других культур рисового севооборота в условиях социалистического сельского хозяйства и природным условиям районов рисосеяния нашей страны.

В настоящее время ведутся работы по дальнейшему совершенствованию конструкций рисовых оросительных систем: изучаются естественно-исторические условия, что позволит более правильно, дифференцированно спроектировать сбросную и дренажную сеть каналов.

Конструкция рисовых оросительных систем по мере накопления производственного опыта и расширения технических возможностей непрерывно совершенствуются и улучшаются. Конструкция рисовой оросительной системы с точки зрения современных требований должна обеспечить наиболее эффективное использование земельных, водных и трудовых ресурсов, а также предусматривать возможность повторного использования дренажно-сбросных вод с рисовых полей.

До настоящего времени внутрихозяйственная часть рисовых систем составлялась из карт краснодарского типа, получивших преимущественное распространение во всех зонах рисосеяния. Многолетняя эксплуата-

ция этих систем выявила целый ряд недостатков, таких как недостаточная дренированность, наличие большого количества чеков, регулирующих сооружений на сети и их значительная разбросанность по площади затрудняющая решение вопроса автоматизации водорегулирования и водораспределения, трудности применения высокопроизводительной поливной техники при выращивании сопутствующих культур в рисовом севообороте, большое количество сооружений на системе и широкий диапазон их типоразмеров, затрудняющий их унификацию, а также недостаточно высокие основные технико-экономические показатели.

Институтом «Кубаньгипроводхоз» в основу поиска совершенной конструкции положена оптимизация сетки типоразмеров элементов севооборотного поля, являющегося законченной частью системы. На основе унификации, из взаимосвязанных и определенным образом упорядоченных относительно друг друга элементов поля удалось прийти к гармоничному совершенствованию системы в целом, не ограничиваясь улучшением ее отдельных частей. Особенностью конструкции состоит в том, что она разработана из конструктивных модулей системы, каждый из которых является севооборотном полем, где происходит весь технологический цикл рисового севооборота, формируется мелиоративное состояние земель. Из модулей комплектуются участки севооборота и вся система в целом.

Модуль системы содержит: участковый распределитель; коллекторы и дрены, расположенные по границе поля; три типовые ячейки, оконтуренные дренами, сбросами и коллекторами, причем каждая ячейка состоит из двух поливных участков и представляет собой элементарную площадку дренирования; шесть поливных участков содержащих по четыре чека и располагаемых в два ряда между участковыми распределителями и коллекторами; оросители, один на поливной участок, устраиваемый посередине участка на половине его длины; полевые дороги, прокладываемые по линии раздела чеков, каждая из которых обслуживает с двух сторон чеки и имеет выходы на дороги вдоль навалов старшего порядка; эксплуатационные проезды, совмещенные с дамбами участковых распределителя и коллекторов; сеть каналов, открытого или закрытого типа с сооружениями на них.

Однако применение горизонтального открытого или закрытого дренажа с постоянным междренним расстоянием сужает область применения данной системы, так как в различных почвенно-гидрогеологических условиях оптимальное междреннее расстояние может значительно изменяться. Кроме того применение горизонтального дренажа диктует плановое расположение системы, первичные дрены для более равномер-

ной фильтрации должны иметь одинаковый напор по длине, а следовательно, ориентироваться вдоль горизонтальной местности. Для устранения этих недостатков необходимо применять вертикальный дренаж. К тому же рисовая система «Кубанская» все-таки отличается большим количеством регулирующих сооружений, а разбросанность их по площади поля приводит к трудностям водопользования, осложняет вопросы унификации сооружений из-за большого количества типоразмеров.

На основе многолетнего опыта исследований и эксплуатации оросительных рисовых систем в основных зонах рисосеяния Казахстана институтом КазНИИВХ разработана новая конструкция системы а. с. №1130263.

Разработанная конструкция повышает эксплуатационную надежность рисовой системы. Это достигается тем что в рисовой оросительной системе картовые оросители и сбросные каналы размещены по одной оси, при этом концевая часть картовых оросителей сопряжена с началом сбросных каналов посредством разделенного на отсеки водораспределительного узла.

Техническая характеристика современных рисовых оросительных систем приведена в табл. 7.5.

Как видно из табл. 7.3, что наиболее технически совершенной является рисовая оросительная система а/с 1130263 и ее применение повышает эксплуатационную надежность на рисовых оросительных системах Казахстана.

Построенная мелиоративная система лишь создает предпосылки для возможного эффекта, но реальный экономический эффект может быть получен только в процессе нормального функционирования системы, что обеспечивается в условиях четко организованной службе эксплуатации.

Т а б л и ц а 7.3

Основные технико-экономические показатели рисовых систем

Показатели	Конструкция системы			
	Краснодарская	а.с.№57996 и 993883	Кубанская а.с. 537463	а.с.1130263
1	2	3	4	5
Коэффициент земельного использования на севооборотном поле	0,71	0,82	0,91	0,93
Коэффициент полезного действий водоотводящей сети	0,86	0,86	0,91	0,93

Окончание табл. 7.3

1	2	3	4	5
Длина картовых оросительных каналов в метрах	800...1000	800...1000	200...300	200...300
Удельная протяженность картовых оросительных каналов, м/га	22...25	22...25	8,3...12,5	8,3...12,5
Число водовыпусков из оросительных каналов в чек (шт.)	8...12	8...12	4	4
Диапазон размеров средних площадей чеков, га	3...4	3...4	5,5...6,5	5,5...6,5
Удельные капиталовложения на 1 га нетто, руб./га	1802	1687	1696	1660
Число водовыпусков на поле, шт.	36	36	24	24
Число точек обслуживания	18	18	12	6

Однако в настоящее время эксплуатация гидромелиоративных систем во многих районах страны находится не на должном уровне, поэтому лишь на трети всех мелиорированных земель достигнут проектный урожай.

Большие потери оросительной воды приводит к быстрому подъему грунтовых вод, ухудшению мелиоративного состояния земель, засолению почв, потери при потенциального плодородия.

Нет еще надлежащего ухода за дренажными системами, своевременно и качественно не выполняются на них ремонтно-эксплуатационные работы, что нередко является причиной преждевременного выхода дренажа из строя.

Важное значение для повышения экономической эффективности эксплуатационных организаций имеет совершенствование их хозяйственного механизма, а также форм управления, которые обеспечат четкую организацию работ по уходу за оросительными системами и взаимодействие с партнерами по РАПО для достижения конечного результата – получения проектных урожаев сельскохозяйственных культур.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В целях повышения дренированности земель, на рисовых системах бассейна Сырдарьи ведется строительство скважин вертикального дренажа. Исследования по разработке режима работы и эксплуатации позволяют сделать следующие выводы.

1. В вегетационный период на землях рисовых оросительных систем скважины вертикального дренажа должны работать на нормальную нагрузку с коэффициентом работы скважин (КРС) не ниже 0,85...0,92. В период предуборочного осушения рисовых чеков необходима четкая и бесперебойная работа всех скважин на сброс с максимальной нагрузкой.

Для понижения уровня грунтовых вод на глубину 1,6...2,2 м скважины вертикального дренажа должны работать 75...110 суток, после прекращения подачи воды на рисовые чеки.

2. На полях занятых посевами сопутствующих культур: люцерной, кукурузой ячменем и другими сельскохозяйственными культурами. скважины вертикального дренажа должны обеспечить глубину уровня грунтовых вод в вегетационный период 1,5...1,7 м, работать на нормальную нагрузку с КРС в календарном году равным 0,5...0,6 на незасоленных землях и 0,6...0,7 на засоленных землях.

3. Во вневегетационный период грунтовые воды должны залегать на глубине 1,6...1,8 м у легких суглинков 1,8...2,0 м – средних и 2,0...2,2 м – тяжелых суглинков. Продолжительность работы скважин вертикального дренажа должна определяться, исходя из обеспечения требуемых глубин залегания уровня грунтовых вод.

Продолжительность работы скважин в зимний период зависит от интенсивности притока подземных вод. Там где подъем уровня грунтовых вод после отключения скважин не превышает 0,1...0,2 м, на зимний период скважины могут отключаться для ремонтно-профилактических работ и включаться в работу в предполивной период – март-апрель месяцы.

На участках, где подъем уровня грунтовых вод после отключения скважин превышает 0,3...0,5 м ремонтно-профилактические работы следует производить в декабре – январе месяцах.

Снижение плодородия почв происходит как при уменьшении уровня грунтовых вод, так и при его увеличении относительно указанных глубин. В первом случае оно вызвано недостаточной аэрацией почвенного слоя, который остается сильно переувлажненным в результате капиллярного пропитывания от грунтовых вод, во втором, наоборот, зна-

чительным иссушением пахотного слоя, в результате чего затухают микробиологические процессы.

4. По химическому составу солей в дренажной воде преобладают соли сульфата, количество которых изменяется от 0,230 до 0,788 г/л, соли натрия, хлора и бикарбоната в дренажной воде составляют 0,098...0,382 г/л. Значительное количество этих солей в дренажной воде обуславливается тем, что натриевые и хлоридные соли легко растворяются и вымываются из почвы в подземные воды. Содержание солей кальция и магния в дренажных водах также увеличивается: кальция от 0,020 до 0,160 г/л, магния от 0,037 до 0,230. В связи с тем, что соли нормальной соды в дренажных водах отсутствуют, реакция среды слабощелочная (рН = 7,3...8,2).

В дренажных водах при общей минерализации до 2,0 г/л содержание физиологически безвредных солей карбоната кальция и сульфата кальция составляют 15...45 %, а токсичных солей натрия 45...55 %, от суммы. При таком соотношении солей качество воды по классификации SAR считается хорошим и осолонцевания почв при их использовании не происходит.

5. Формирование режима грунтовых вод Кызылкумского массива происходит под влиянием орошения, в динамике уровня отмечается четко выраженная цикличность в годовом разрезе. Максимальные отметки уровня грунтовых вод наблюдается в течение оросительного периода, минимальные – в осенне-зимний весенний периоды. В приходной части баланса грунтовых вод преобладают инфильтрационные воды с орошаемых полей, в расходной части – дренажный сток и суммарное испарение.

В первые годы освоения массива водно-солевой баланс грунтовых вод положителен, т.е. отмечается подъем уровня грунтовых вод и повышение их минерализации. В последующие годы, в результате повышения дренированности территории, за счет строительства скважин вертикального дренажа и периодической очистки коллекторно-дренажной сети, уровень грунтовых вод и их минерализация стабилизировались и на большей части орошаемой площади (70 %) уровень грунтовых вод находится на оптимальной глубине, что обеспечивает полугидроморфный режим почв.

Минерализация грунтовых вод не превышает 3 г/л, что позволяет в смешанном виде с оросительной водой использовать их до 50 % на орошение, в результате чего водообеспеченность оросительных систем повысится на 20 %, урожайность с/х культур на 12 %.



6. Солевой баланс на участках вертикального дренажа складывается по типу необратимого рассоления почвогрунтов. Так, если сцепленные лугово-сероземные почвы, где были установлены скважины вертикального дренажа по степени засоления относились к средnezасоленным (с пятнистым засолением) плотным остатком 0,12...0,48 % и величиной «суммарного эффекта» токсичных ионов 0,8...1,3, с содержанием солей в 0...2 м слое от 35 до 140 т/га, то после 3...5 лет эксплуатации системы на большей части орошаемые земли перешли в разряд слабозасоленных с плотным остатком 0,08...0,14 %, величиной «суммарного эффекта» токсичных ионов 0,3...0,6, количество солей в 0...2 м слое почв 15...45 т/га. Наиболее интенсивное рассоление почв происходит в первые два года посева риса. В радиусе до 250 м выносятся до 25 т/га солей, на участках удаленных на расстояние 300...500 м рассоление происходит в пределах 6...18 т/га. При возделывании люцерны степень рассоления почв менее значительная, в основном имеет место перераспределение солей по почвенному профилю и некоторое увеличение солей в верхнем слое почв от осени к весне. В последующем, при возделывании риса имеет место снижение солей в 0...2,0 м слое почв и выравнивание мелиоративного фона по всем участкам удаленных от дрены на расстояние до 500...600 м.

7. Расширение посевных площадей под посевы риса бассейна Сырдарьи существенно изменяет мелиоративную обстановку орошаемых земель прилегающих территорий. Наиболее быстрыми темпами эти изменения происходят на прирусловых валах и междурусловых валов содержание плотного остатка снизилось в 2,5 раза, на склонах произошло перераспределение солей по почвенному профилю. На почвах междурусловых понижений количество солей увеличилось в 2,3 раза. Для предотвращения вторичного засоления земель в междурусловых понижениях, в дополнение к существующей коллекторно-сбросной сети необходимо построить вертикальный дренаж, с нагрузкой 80...100 га на одну скважину.

8. Анализ фактической работы систем скважин вертикального дренажа в разрезе рисовых хозяйств показывает, что в настоящее время они работают значительно ниже своих возможностей. Такое положение с эксплуатацией скважин вертикального дренажа вызвано отсутствием научно обоснованного режима их работы, слабой материально-технической и ремонтной баз, недостатком запасных частей и некачественным ремонтом насосно-валового оборудования. Так в совхозе «Авангард» Чилийского района Кзыл-Ординской области из-за систематических перерывов в подаче электроэнергии в течение года количество

простоев скважин вертикального дренажа в среднем составляет 70 % рабочего времени, преждевременно выходит из строя насосно-силовое оборудование, нарушается режим, работы системы. На четкую организацию службы эксплуатации скважин вертикального дренажа в совхозе «Авангард» большое внимание оказывает недостаток квалифицированных специалистов, обслуживающих скважины, отсутствие транспорта, оборудования, материалов и пр. Обслуживающему персоналу не хватает оперативности в организации ремонта.

Несмотря на наличие в поселке Чиили специализированного «СПМС-3» треста «Монтажспецстрой-3» «Главриссовхозстрой», в ведении которого находятся все скважины вертикального дренажа, эксплуатация скважин оставляет желать много лучшего, в частности:

- затягивается срок ремонта насосно-силового оборудования, гидротехнических сооружений, коллекторов;

- не хватает запасных частей к имеющемуся оборудованию, ремонтные мастерские «СПМК-3» в недостаточной мере обеспечены автокранами, бульдозерами, экскаваторами и другой техникой;

- из-за частого выхода из строя не хватает погружных электронасосов;

Устранения перечисленных недостатков при эксплуатации скважин вертикального дренажа в Кызыл-Ординской области окажет существенную роль в мелиоративном улучшении орошаемых земель, повышении их плодородия.

В настоящее время выбор местоположения скважин вертикального дренажа при проектировании производится на основе модельных проработок, не в полной мере учитывающих динамику фильтрационных процессов на рисовом поле.

Нами совместно с институтом Союзгипрорис разработан алгоритм и составлена программа по размещению скважин вертикального дренажа на рисовых системах, обеспечивающая оптимальную дренированность рисового поля, фильтрацию с каждого чека в пределах 4–6 мм/сут.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Авторское свидетельство СССР №579966 «Рисовая оросительная система» Б.И. № 42 / Л.В. Круглов, А.Г. Рау, Э.Х. Гукасов, С.Д. Магай. – М., 1977.
2. Авторское свидетельство СССР №993883 «Рисовая оросительная система» Б.И. №5 / Л.В. Круглов, А.Г. Рау, Н.Б. Атшабаров, С.Д. Магай. – М., 1983.
3. Авторское свидетельство СССР №1130263 «Рисовая оросительная система» Б.И. №147 / Л.В. Круглов, Н.Б. Атшабаров, С.Д. Магай В.А. Клинский, А.Е. Михель, Г.А. Тулебаева. – М., 1984.
4. Азарий, М.С. Определение суммарного испарения различных сельскохозяйственных культур методом теплового баланса на орошаемых землях Северного Кавказа и Поволжья [Текст] / М.С. Азарий // Труды 1ТИ. – Л.: Гидрометеиздат. – 1972. – Вып.199. – С. 85–90.
5. Алехин, О.А. К вопросу о загрязненности коллекторно-дренажных вод орошаемых территорий удобрениями. В кн.: Гидрохимические материалы (органические вещества в природных водах) [Текст] / О.А. Алехин [и др.]. – Т. X. – Л., 1968. – С.187–197.
6. Андрюшин, М.А. Орошение риса [Текст] / М.А. Андрюшин. – М.: Колос, 1977. – 128 с.
7. Буруменский, В.С. Распределение фильтрации по площади рисовой карты // В.С. Буруменский, Д.А. Лигай // сб. науч. тр. САНИИРИ. – Ташкент, 1975. – Вып.145. – С. 265–269.
8. Величко, Е.Б. Рациональное использование воды при возделывании риса [Текст] / Е.Б. Величко. – Краснодар, 1965. – 196 с.
9. Величко, Е.Б. Влияние конструкции рисовой оросительной карты на свойства почв рисовых полей [Текст] / Е.Б. Величко, С.В. Харченко // Почвоведение. – 1980. – С. 72–80.
10. Волконский, Н.А. Прогнозирование величины фильтрации рисовым полем [Текст] / Н.А. Волконский // Труды Кубанского СХИ. – Краснодар, 1975. – Вып. 105 (133). – С.26–33.
11. Волобуев, В.Р. Расчет промывки засоленных почв [Текст] / В.Р. Волобуев. – М.: Колос, 1975. – 70 с.
12. Гуторова, О.А. Современное экологическое состояние рисовых оросительных систем в условиях Кубани [Текст] / О.А. Гуторова, А.Г. Ладатко // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. – 2010. – Т.12. – № 1(3).
13. Джулай, А.П. Культура риса на Кубани [Текст] / А.П. Джулай, Е.П. Алешин, Е.Б. Величко. – Краснодар, 1980. – 206 с.

14. Ерыгин, П.С. Физиология риса [Текст] / П.С. Ерыгин. – М.: Колос, 1981. – 208 с.
15. Жапбасбаев, М. Агроклиматические условия произрастания риса в континентальном климате [Текст] / М. Жапбасбаев. – Л.: Гидрометеоиздат, 1969. – 168 с.
16. Жовтоног, И.С. Влияние засоленности, солонцеватости и заболоченности почвы на развитие риса [Текст] / И.С. Жовтоног // в кн.: Рис. – Киев: Урожай, 1978. – С.18–22.
17. Жовтоног, И.О. Водопотребление риса [Текст] / И.С. Жовтоног // в кн.: Рис. – Киев: Урожай, 1978. – С. 68–77.
18. Зайцев В.Б. Влияние вертикальной фильтрации и дефицита влажности воздуха на урожай риса [Текст] / В.Б. Зайцев, В.А. Попов // Бкшл.НТИ ВНИИРиса. – Краснодар, 1973. – С.54–57.
19. Зайцев, Б.Б. Рисовая оросительная система [Текст] / Б.Б. Зайцев. – М.: Колос, 1954. – 352 с.
20. Зайцев, В.Б. Методы уменьшения отрицательного влияния террасности чеков на урожайность риса [Текст] / Б.Б. Зайцев [и др.] // Гидротехника и мелиорация. – 1976. – № 10. – С.47–52.
21. Зайцев, В.Б. Рекомендации по улучшению мелиоративного состояния рисовых полей с повышенной террасностью чеков [Текст] / В.Б. Зайцев, В.А. Попов. – Краснодар, 1977. – 19 с.
22. Зайцев В.Б., Попов В.А. Пути совершенствования конструкции рисовой карты [Текст] / В.Б. Зайцев, В.А. Попов // Гидротехника и мелиорация. – 1979. – № 3. – С. 43–46.
23. Карлыханов, Т.К. Натурные исследования работы закрытого горизонтального дренажа на рисовых системах [Текст] / Т.К. Карлыханов, Б.А. Шобдарбаев, М.А. Сейдуалиев. – Тараз, 2007.
24. Кеншимов, А. Влияние оросительной и дренажной сети на динамику грунтовых вод и фильтрацию рисового поля [Текст] / А. Кеншимов // Труды ТИИИМСХ. – 1978. – Вып. 96. – С.40–46.
25. Когай, М.Т. Эксплуатация рисовых оросительных систем в Узбекистане / М.Т. Когай. – Ташкент: Узбекистан, 1980. – 82 с.
26. Козин, М.А. Возделывание риса на засоленных землях в качестве промывной культуры [Текст] / М.А. Козин // Гидротехника и мелиорация. – 1973. – Вып 9. – С.50–57.
27. Козин М.А. Водный режим почвы и урожай [Текст] / М.А. Козин. – М.: Колос, 1977. – С.21–41.
28. Коледа, В.А. Проблемы рисовой ирригации на Дальнем Востоке [Текст] / В.А. Коледа // Билл. НТИ ВНИИРиса. – Краснодар, 1975. – С.39–41.

29. Костин, В.В. О потерях воды на вертикальную фильтрацию с рисовых полей Приморского края [Текст] / В.В. Костин // сб. Приморского СХИ. – Уссурийск, 1974. – Вып.32. – С.51–56.

30. Круглов, Л.В. Динамика и баланс грунтовых вод на участках закрытого горизонтального дренажа [Текст] / Л.В. Круглов, А.Г. Рау // Вестник с/х наук Казахстана. – 1979. – № 5. – С.78–80.

31. Круглов, Л.В. Режим работы скважин вертикального дренажа и интенсивность осушения рисовых чеков [Текст] / Л.В. Круглов // кн.: Совершенствование оросительных систем и технологии орошения с/х культур в Казахстане. – Ташкент, 1980. – С.85–89.

32. Лаптев, В.Н. Возможное снижение оросительной нормы риса. [Текст]: автореф. / В.Н. Лаптев. – Астрахань, 1963. – 20 с.

33. Лаптева, Т.П. Закрытый дренаж на инженерной рисовой системе. [Текст] / Т.П. Лаптева // кн.: Проблемы генезиса и мелиорации орошаемых почв. – М., 1973. – С.28–34.

34. Магай, С. Мелиоративная эффективность закрытого дренажа на Кзыл-Кумской рисовой системе [Текст] / С. Магай. – КазНИИВХ, 1978. – Вып. 155. – С.142–148.

35. Методические указания по технологии возделывания риса [Текст]. – М.: Колос, 1979. – 96 с.

36. Нусимович, С.Н. Закрытая трубчатая картовая и дренажно-сбросная сеть на рисовой системе [Текст] / С.Н. Нусимович // Инф. листок. – Одесский ЦНТИ, 1974. – 4 с.

37. Олейник, А.Я. Закрытый систематический дренаж на рисовых системах [Текст] / А.Я. Олейник, В.Н. Ткач, И.С. Жовтоног // Гидротехника и мелиорация. – 1976. – Вып. 9. – С.67–75.

38. Пособие по расчету горизонтального дренажа при освоении земель в рисовом севообороте [Текст]. – М.: Колос, 1972. – 72 с.

39. Рау, А.Г. Режим орошения риса и мелиоративное состояние орошаемых земель Кзыл-Кумского массива юга Казахстана [Текст]: автореф. / А.Г. Рау. – Новочеркасск, 1971. – 20 с.

40. Рау, А.Г. Влияние закрытого горизонтального дренажа на мелиоративное состояние земель рисовой системы [Текст] / А.Г. Рау [и др.] // кн.: Повышение продуктивности орошаемых земель. – Алма-Ата: Кайнар, 1977. – Т.2. – С.18–21.

41. Рау А.Г. Влияние террасности чеков на фильтрацию и урожай риса [Текст] / А.Г. Рау // сб. трудов САНИИРИ. – Ташкент, 1978. – Вып.155. – С.173–179.

42. Приходько, И.А. Влияние культуры риса на мелиоративное состояние почв рисовой оросительной системы [Текст] / И.А. Приходько,

Ю.В. Скорченко // Тр. Кубанского государственного университета. – 2011. – Вып. №1.

43. Серикбаев, Б. Режим орошения и техника полива риса в условиях Кзыл-Кумского массива [Текст] / Б. Серикбаев // Гидротехника и мелиорация. – 1980. – № 6. – С.45–47.

44. Скрипчинская, Л.В. Орошение риса [Текст] / Л.В. Скрипчинская. – М.: Сельхозиздат, 1962. – 120 с.

45. Фишер, Э.Е. Исследование фильтрации на рисовых полях методом ЗГДА [Текст] / Э.Е. Фишер // кн.: Важнейшие проблемы селекции, орошения и агротехники риса. – М.: Колос, 1970. – С.120–124.

46. Фишер, Э.Е. Рассоление почв низких рисовых чеков под влиянием закрытого дренажа [Текст] / Э.Е. Фишер, Г.Н. Шумейкина // Почвоведение. – 1977. – № 6. – С.80–84.

47. Химич, Д.П. Водно-солевой баланс и отдельные вопросы мелиоративного состояния рисовой оросительной системы Приморской солонцевой зоны юга Украины [Текст]: автореф. / Д.П. Химич. – М., 1968. – 20 с.

48. Шапошников, Д.Г. Восстановление плодородия рисовой оросительной системы [Текст] / Д.Г. Шапошников. – Херсон, 1973. – 10 с.

49. Шапошников, Д.Г. Закрытый горизонтальный дренаж на рисовой оросительной системе [Текст] / Д.Г. Шапошников // Материалы 2-го координационного совещания по заданию 0.52.02.01.03. 28–30 июня 1977 г. – Одесса, 1977. – С.30–32.

50. Stallroan, H.W. Steady one-dimensional fluid flow in a semi-infinite porous medium with sinusoidal surface temperature / H.W. Stallroan. – J. of Geophysical Research, 1965. – Vol. 70. – N12. – P. 2821–2827.

51. Suzuki, S. Percolation measurements based on heat flow through soil with special reference to paddy fields / S. Suzuki. – J. of Geophysical Research, 1960. – Vol. 65, N9. – P. 2883–2885.

52. Vamadevan, V. Drainage needs of rice / V. Vamadevan, N. Datane // Acta. Agron. Acad. Sci. Hung. – 1972. – Vol. 21. – P. 69–73.

53. Якуба, С. Н. Оптимизация параметров рисовых оросительных систем Красноармейского филиала [Текст] / С.Н. Якуба // Сб. материалов III Всерос. конф. молодых ученых. – Краснодар: КГАУ, 2008.

54. Якуба, С.Н. Математическая модель управления уровнем грунтовых вод на чеках рисовых оросительных систем [Текст] / С.Н. Якуба // Научный журнал КГАУ. – 2010. – Вып. №6.

## ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ .....	3
Глава 1. МЕЛИОРИРУЮЩЕЕ ДЕЙСТВИЕ СКВАЖИН ВЕРТИКАЛЬНОГО ДРЕНАЖА (ОБЗОР ЛИТЕРАТУРНЫХ ИСТОЧНИКОВ).....	5
Глава 2. СОСТАВ РАБОТ И МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЙ .....	9
Глава 3. ПОЧВЕННО-ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКИЕ И МЕЛИОРАТИВНЫЕ УСЛОВИЯ РИСОВЫХ СИСТЕМ БАССЕЙНА СЫРДАРЬИ.....	13
Глава 4. ОСОБЕННОСТИ И УСЛОВИЯ РАБОТЫ СКВАЖИН ВЕРТИКАЛЬНОГО ДРЕНАЖА НА РИСОВЫХ СИСТЕМАХ.....	18
4.1. Размещение скважин вертикального дренажа на рисовых системах .....	19
4.2. Динамика уровня грунтовых вод на участках вертикального дренажа .....	24
4.3. Радиус влияния скважин вертикального дренажа.....	35
Глава 5. МЕЛИОРИРУЮЩЕЕ ЗНАЧЕНИЕ СКВАЖИН ВЕРТИКАЛЬНОГО ДРЕНАЖА НА РИСОВЫХ СИСТЕМАХ БАССЕЙНА СЫРДАРЬИ.....	41
5.2 Солевой режим и баланс грунтовых вод.....	51
5.4. Солевой режим почвогрунтов .....	60
Глава 6. РЕЖИМ РАБОТЫ СКВАЖИН ВЕРТИКАЛЬНОГО ДРЕНАЖА НА РИСОВЫХ СИСТЕМАХ.....	75
6.1. Работа скважин вертикального дренажа в производственных условиях... 75	
6.2. Способы управления вертикальным дренажем и режим его работы.....	79
6.3. Расчет нагрузки на дренаж и корректировка режима работ скважин вертикального дренажа .....	86
6.4. Методика размещения скважин вертикального дренажа на рисовых системах.....	91
Глава 7. ЭКСПЛУАТАЦИЯ СКВАЖИН ВЕРТИКАЛЬНОГО ДРЕНАЖА И ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ ИХ РАБОТЫ.....	96
7.1. Анализ современного состояния скважин вертикального дренажа на рисовых системах.....	96
7.2. Строительство, ввод и приемка скважин вертикального дренажа в эксплуатацию .....	97
7.3. Задачи и организация службы эксплуатации .....	101
7.4. Техничко-экономические показатели работы скважин вертикального дренажа на рисовой системе.....	112
7.5. Совершенствование конструкции рисовых оросительных систем и их эксплуатации .....	115
ЗАКЛЮЧЕНИЕ .....	119
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК .....	123

Научное издание

Круглов Леонид Васильевич

РЕЖИМ РАБОТЫ СКВАЖИН ВЕРТИКАЛЬНОГО ДРЕНАЖА  
НА РИСОВЫХ СИСТЕМАХ

Монография

В авторской редакции

Верстка Т.А. Лильп

---

Подписано в печать 10.09.14. Формат 60×84/16.

Бумага офисная «Снегурочка». Печать на ризографе.

Усл.печ.л. 7,44. Уч.-изд.л. 8,0. Тираж 500 экз. 1-й завод 100 экз.

Заказ № 318.

---

Издательство ПГУАС.  
440028, г. Пенза, вл. Германа Титова, 28.