#### МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

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

Л.В. Круглов

### РАЗРАБОТКА КОНСТРУКТИВНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ РИСОВЫХ ОРОСИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ

УДК 40.62 ББК 663.18.03 К84

Рецензенты: заслуженный мелиоратор РФ, профессор кафедры «Водоснабжение, водоотведение И гидротехника» И.М. Крышов (ПГУАС); директор ФГУ «Сурский гидроузел» В.К. Парамонов; главный инженер ФГУ «Сурский гидроузел», доцент кафедры «Водоснабжение, водоотведение и гидротехника» А.А. Варламов

#### Круглов Л.В.

K84

Разработка конструктивных элементов рисовых оросительных систем: моногр. / Л.В. Круглов. – Пенза: ПГУАС, 2014. – 128 c.

ISBN 978-5-9282-1145-5

Освещен комплекс вопросов по совершенствованию конструкции рисовых оросительных систем на примере хозяйств Казахстана. Рассмотрены вопросы режима орошения риса и сопутствующих культур, повторного использования для полива дренажно-сбросных вод, управления водными ресурсами, оптимизации работы инженерных рисовых систем.

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

<sup>©</sup> Пензенский государственный университет архитектуры и строительства, 2014

<sup>©</sup> Круглов Л.В., 2014

#### **ВВЕДЕНИЕ**

Для производства риса требуются значительно большие объемы водных ресурсов, чем для орошения других сельскохозяйственных культур. Большой расход оросительной воды от 15 до 25 тыс. м³/га (нетто) и более вызван биологической потребностью растений риса в постоянном затоплении, при котором создаются оптимальные условия для роста растений и формирования урожая и, одновременно, обеспечивается борьба с сорными растениями без применения гербицидов. Поэтому для возделывания риса строятся специальные инженерные сооружения – рисовые оросительные системы.

Как известно, специфика производства риса заключается в том, что в отличие от других сельскохозяйственных культур рис возделывается на специально построенных рисовых оросительных системах инженерного типа, которые находятся в федеральной собственности и требуют постоянных и значительных капиталовложений для поддержания их в рабочем состоянии.

Отличительной особенностью рисовых оросительных систем является способность подавать в чеки и сбрасывать одновременно с большой площади огромные количества оросительной воды

Несмотря на высокую потребность риса в оросительной воде и расходе водных ресурсов, запасы которых с каждым годом уменьшаются, государство идет на эти расходы для производства отечественного риса, так как это является важнейшим условием гарантии продовольственной безопасности страны. Рисоводческий комплекс России способен и должен обеспечить население продуктами питания независимо от любых факторов как внутреннего, так и внешнего характера. Причем обеспечить до соответствующего уровня потребления по медицинским нормам, как по энергетической ценности пищевого рациона, так и по соотношению питательных веществ, необходимых для обеспечения нормального функционирования организма человека.

Обеспечение страны отечественным рисом является одной из первоочередных задач государства. Мы знаем, что рис является важнейшей продовольственной культурой мира — им питается более 3 млрд человек и обеспечивается более 30 % пищевых калорий, потребляемых человечеством.

Основное производство и потребление риса сосредоточено в странах Юго-Восточной Азии, где рис производится в основном для собственного потребления. Каждый год в мире производится около четырехсот тонн риса. В азиатских странах рис является основным продуктом питания, со средним потреблением 150 кг в год. Европейцы потребля-

ют менее двух кг риса, а россияне чуть больше 5 кг. На мировой рынок поступает около 6 % общего сбора, что составляет в последние годы около 25 млн т. Спрос на рис ежегодно возрастает, и по прогнозу ФАО к 2020 г. он составит 781 млн т, превысив на 2–3 % спрос на пшеницу. Ожидаемое производство риса к 2020 г. – 750 млн т и полностью спрос на него не сможет удовлетворить.

Повышение спроса на рис на мировом рынке и одновременное снижение предложения обусловит рост цен на этот продукт. В этих условиях каждая страна вынуждена решать проблему удовлетворения потребности в рисе, полагаясь только на свои внутренние возможности, поэтому решение этой проблемы возможно только при устойчивом развитии собственного внутреннего производства этой ценной крупяной культуры.

У нас рисовые оросительные системы вводились в эксплуатацию в 50–60 гг. прошлого века, как правили на засоленных землях, мало пригодных для сельскохозяйственного использования. В постперестроечный период, начиная с 90-х гг. капитальных вложений в мелиоративное и материально-техническое оснащение рисовых систем России практически не было, что привело к ухудшению мелиоративного состояния земель, засолению и заболачиванию земель.

Максимального развития отечественное рисоводство достигло в 80-е годы прошлого столетия, когда был создан уникальный рисоводческий комплекс, отвечающий самым современным мировым требованиям, обеспечивающий устойчивое функционирование рисоводческой отрасли и позволяющей полностью удовлетворить потребности населения нашей страны в крупе риса и продуктах ее переработки.

Площади посевов риса в то время в СССР достигали 300 тыс. га, средняя урожайность — 34,9 центнеров с гектара а валовые сборы белого зерна более 1,0 млн т. Объем выработки рисовой крупы (при выходе 60 %) за 80-е годы составил примерно 630 тыс. т, а это 4,5 кг на человека в год (численность населения составляла 138 млн человек.).

В настоящее время отечественное рисоводство является одним из динамично развивающихся направлений сельского хозяйства. За период с 2003 по 2008 год валовой сбор риса-сырца увеличился почти в два раза до 740 тысяч т, а урожайность – с 29 до 44 центнеров с гектара.

Прогноз развития рисоводческой отрасли Российской Федерации (с учетом наличия имеющихся конкурентоспособных селекционных достижений, улучшения мелиоративного состояния и технического обеспечения, восстановления и эффективного использования 511,1 тыс.га рисовых оросительных систем) показывает, что станет возможным к 2015 году стабилизировать урожайность риса на уровне

40-45 ц/га (в массе после доработки), и при расширении площади посева риса до 511 тыс. га валовой сбор зерна риса можно довести до 1 млн т.

Поэтому на сегодняшний день стратегическая цель — обеспечение населения России рисом отечественного производства за счет восстановления и реконструкции существующих рисовых оросительных систем, внедрения интенсивных ресурсосберегающих технологий возделывания риса, новых высокоурожайных сортов и адаптивных сортовых комплексов, обеспечивающих повышение конкурентоспособности риса и продуктов из него на отечественном и мировом рынках.

Широкое развитие рисосеяние в Казахстане и России получило после 1966 года.

За это время запроектированы и построены крупные инженерные рисовые системы в Кзыл-Ординской, Чимкентской и Алма-Атинской областях Казахстана, Астрахани, Краснодарском крае.

Многие передовые хозяйства и бригады, внедряя интенсивную технологию возделывания культур рисового севооборота, стабильно получают по 7,0 т/га зерна риса, 10,0 и более т/га сена люцерны. В этих хозяйствах накоплен богатейший опыт по использованию орошаемых земель.

С учётом требований времени необходим принципиально новый подход к развитию рисосеяния, в котором еще не мало «узких мест», главные из них использование материально-технического потенциала, подготовка и повышение мастерства, распространение передового опыта — заслуживают самого пристального внимания. В сельском хозяйстве РФ разработана концепция «Развитие мелиорации сельскохозяйственных земель России на период до 2020 года». Стратегической целью Концепции является обеспечение продовольственной безопасности страны, повышение конкурентоспособности, рентабельности и устойчивости сельскохозяйственного производства в любой по климатическим условиям год, за счет восстановления и развития мелиоративного комплекса АПК, эффективного использования и сохранения природных ресурсов.

#### Намечается:

- создание общих условий устойчивого и эффективного функционирования сельского хозяйства за счет восстановления и развития мелиоративного фонда;
- существенное повышение урожайности сельскохозяйственных культур за счет проведения комплексных мелиораций, использования инновационных агротехнологий, высокопродуктивных севооборотов, удобрений и средств защиты растений;

- экологически безопасное использование в сельскохозяйственном производстве земельных, водных и других возобновляемых природных ресурсов и их сохранение для будущих поколений;
- развитие на мелиорируемых землях кормопроизводства, создание страхового запаса кормов, гарантированное обеспечение населения рисом, овощами, продукцией плодово-ягодных культур;
- обеспечение безопасной и надежной работы ГТС, предупреждение наводнений, паводков и других стихийных бедствий.

Реализация программы позволит к 2020 году получить на мелиорируемых землях:

- 18,5 млн т овощей (свыше 80 % от потребности);
- -1,5 млн т риса (100 %);
- 10,5 млн т зерна;
- -7,1 млн т. плодово-ягодной продукции (50 %).

Программой предусмотрен инновационный вариант развития мелиоративного комплекса. Суть данного подхода заключается в том, что достижение целевых показателей Программы будет осуществляться за счет приоритетного роста продуктивности мелиорируемых земель по сравнению с ростом мелиорируемых площадей, что возможно лишь на инженерных оросительных системах.

Настоящая книга является систематизированным изложением комплекса вопросов по выращиванию и орошению риса и сопутствующих культур рисового севооборота на современных, технически совершенных рисовых оросительных системах.

#### Глава 1. ПРИРОДНО-КЛИМАТИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ

В Казахстане рис возделывается в совершенно различных по почвенным и климатическим условиям массивах, размещающихся на территории четырех областей: Кзыл-Ординской, Талды-Курганской, Алма-Атинской и Чимкентской.

Эти районы рисосеяния отличаются большим разнообразием гидрогеологических, почвенно-мелиоративных и погодных условий. Это затрудняет разработку конкретных рекомендаций по введению севооборотов применению различных приемов агротехники и, следовательно, повышению урожаев риса и сопутствующих культур.

Поэтому для успешного развития рисоводства имеет большое значение изучение и систематизация условий отдельных массивов.

Рис по своей природе является теплолюбивым растением. От тепловых ресурсов во многом зависят темпы его развития. Для формирования полноценного урожая зерна необходимы биологические минимумы температур воздуха. Так в фазу прорастания и всходов среднесуточная температура должна быть не ниже 14 градусов, кущения — 17, выметывания и цветения — 22, молочной и восковой спелости — 17 градусов тепла. Поэтому основные климатические показатели по районам рисосеяния следует характеризовать с учетом требований риса к температуре воздуха как одному из важнейших факторов при возделывании риса.

Климат рисосеющих районов республики характеризуется резкой континентальностью и засушливостью, что влечет за собой неустойчивость ежегодных погодных условий и большую годовую и суточную амплитуду метеорологических элементов (табл. 1.1).

Таблица 1.1 Среднемесячные температуры воздуха (градусы)

Рисосеющие массивы	Средняя го- довая	Апрель	Май	Июнь	Июль	ABrycr	Сентябрь	Октябрь
Кзыл-Кумский	12,1	13,7	20,5	25,5	27,9	25,7	18,9	11,1
Чиилийский	10,0	13,0	20,0	24,3	26,1	23,9	17,3	9,2
Кзыл-Ординский	8,6	11,4	19,0	23,8	25,2	23,0	16,3	7,9
Казалинский	8,0	10,1	18,7	23,9	26,0	23,8	17,0	8,2
Акдалинский	7,4	10,6	17,2	22,8	25,2	23,2	16,3	7,8
Каратальский	6,6	9,7	16,4	21,9	23,6	21,9	15,7	7,6

Самая высокая температура воздуха наблюдается в июле (+23,6...+27,9), самая низкая – в январе (-4,4...-13,1). Средняя годовая температура 6,6...12,1.

Наиболее обеспечены теплом Кзыл-Кумский и Чиилийский массивы, а наименее — Каратальский. Продолжительность дня, интенсивность и количество света в рисосеющих районах республики достаточны и не ограничивают нормальный рост и развитие растений риса. Однако требования к термическому режиму значительно варьируют в зависимости от скороспелости сортов: раннеспелые, среднеспелые и позднеспелые.

Продолжительность безморозного периода и сумма продолжительных среднесуточных температур воздуха показывают, что возделывание скороспелых сортов риса возможно во всех районах, за исключением Акдалинского и Каратальского. Возделывание позднеспелых сортов возможно только на Кзыл-Кумском массиве.

Вызревание раннеспелых сортов риса в низовьях р. Или не превышает 5-7 лет, на Каратальском массиве -4-5 лет из 10 лет.

На Казалинском, Чиилийском массивах рисосеяния вероятность возделывания скороспелых сортов составляет 8–9 лет из 10, а на Кзыл-Ординском и Кзыл-Кумском – позднеспелых – 9 лет из 10.

Важное значение имеет выбор наиболее оптимального срока сева риса. Это одно важнейших условий высоких урожаев риса. При существующей технологии возделывания риса вслед за посевом проводят затопление или увлажнение почвы до появления всходов (на незасоленных почвах). Поэтому при посеве риса надо учитывать температуру поливной воды и воздуха. При запоздании с посевом созревание риса задерживается. Кроме того, это приводит к неполному созреванию метелок и снижению урожая. При слишком раннем посеве, когда температура воздуха и почвы еще неустойчива, происходит удлинение фазы всходов, увеличивается изреженность посевов и урожай риса естественно снижается. Увеличение посевной и уборочной компании, способствует не полному вызреванию, потерям урожая, а также снижению качества зерна риса.

Нижним пределом начала жизнедеятельности рисового растения является температура 12–14 градусов. При снижении температуры прорастание идет медленно. Повышение температуры ускоряет процесс прорастания семян.

Анализируя показатели температуры воздуха в рисосеющих районах республики видно, что температура в 14 градусов на Кзыл-Кумском массиве наступает в середине, на Чиилийском – в конце второй декады апреля, на Кзыл-Ординском – в начале, на Казалинском – в

середине, на Акдалинском – в конце третьей декады апреля, а на Каратальском – в начале первой декады мая (рис. 1.1). При переходе среднесуточной температуры воздуха через +14 можно производить посев риса.

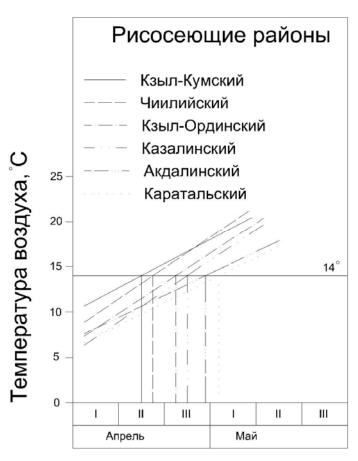


Рис. 1.1. Сроки начала посева риса в различных рисосеющих районах

Рис – самая теплолюбивая из всех зерновых культур. Поэтому основные климатические показатели по районам рисосеяния следует характеризовать с учетом требований риса к температуре как одному из основных факторов при районировании риса (табл. 1.2).

Таблица 1.2 Продолжительность безморозного периода и сумма положительных средних суточных температур воздуха

Рисосеющие	Число дн	ей с темпеј выше	ратурой	Сумма температур выше		
массивы 5 10 14			14	5	10	14
Кзыл-Кумский	240	201	171	4575	4273	3919
Чиилийский	222	188	161	3897	3652	3552
Кзыл-Ординский	213	184	150	4223	3971	3318
Казалинский	207	177	152	3876	3647	3342
Акдалинский	211	178	147	3760	3509	3114
Каратальский	206	174	141	3540	3291	2874

Для нормального роста, развития и высокой продуктивности риса необходимы среднесуточные температуры воздуха 14...30 °C. Табл. 1.2 показывает, что наиболее обеспечен теплом Кзыл-Кумский массив, а это позволяет возделывать на нем все сорта риса. Кроме того, продолжительный теплый период (200–240 дней) позволяет без особого напряжения проводить весь комплекс работ (планировочные, мелиоративно-строительные обработка почвы, уборка) и при необходимости возделывать промежуточные культуры на сидерат с целью обогащения почвы органическими веществами.

При сравнении с фактическими температурами, установленными КазНИИВХ, ДГМСИ и по данным М. Жапбасбаева, видно, что в условиях рисосеющих районов эти температуры за межфазные периоды выше (табл. 1.3).

Таблица 1.3 Среднесуточные температуры воздуха по рисосеющим районам (в градусах)

			КазН	ИИВХ	М. Жап	басбаев
Фазы вегетации	А.П. Джулай (Краснодар)	ДГМСИ (Кзыл- Кумский)	Кзыл-Ординский	Акдалинский	Каратальский	Казалинский
Прорастание и всходы	13-16	20,8-21,4	14-20	13,7-20,4	15,8-17,6	19,7-20,7
Кущение	16-18	24,8-26,1	20-25	20,4-22,7	17,6-21,0	20,7-23,3
Трубкование, выметывание и цветение	18-21	26,3	25-25,8	22,7-22,4	21,0-23,3	23,3-25,7
Молочная и восковая спелость	19-15	24,1-26,2	25,8-22	24,4-21,7	23,3-21,3	25,7-22,8
Восковая и полная спелость	15-12	18,8-19,9	22-12	21,7-18,6	21,3-18,1	22,8-19,4

Из практики возделывания риса следует, что при таких температурах и высокой агротехнике районированные сорта развивают высокопродуктивную вегетативную массу с максимальным проявлением биологических потенциальных возможностей, способных обеспечивать высокий урожай.

В рисосеющоих зонах Казахстана районированы следующие сорта: скороспелые – Дубовский-129, Алакульский; среднеспелые – Кубань-3, УзРОС-269, УзРОС-59, Уштобинский; позднеспелые – УзРОС-7–13.

Скороспелые сорта риса возделываются в Кзыл-Ординской и Алма-Атинской областях, позднеспелые в Чимкентской области. Вегетационный период скороспелых сортов риса составляет 102–118 дней, позднеспелых – 140 дней (табл. 1.4).

Таблица 1.4 Вегетационный период районированных сортов риса по рисосеющим массивам Казахстана

$\mathcal{N}_{2}$	Массив	Районированный	Скороспелость	Вегетационный
$\Pi/\Pi$	орошения	сорт	сортов	период, дней
1	Казалинский	Дубовский-129	скороспелый	118
		Кубань-3	среднеранний	120
		Дубовский-129	скороспелый	116
		Кубань-3	среднеранний	118
3	Кзыл-	Дубовский-129	скороспелый	116
	Ординский	Кубань-3	среднеранний	118
		УзРОС-269	среднеспелый	126
4	Чиилийский и	Дубовский-129	скороспелый	116
	Тогускенский	Кубань-3	среднеранний	118
		УзРОС-269	среднеспелый	126
5	Кзылкумский	УзРОС-59	среднеспелый	116
		УзРОС-269	среднеспелый	116
		УзРОС-7-13	позднеспелый	140
6	Акдалинский	Алакульский	скороспелый	105
		Дубовский-129	скороспелый	120
		Уштобинский	среднеранний	122
		Кубань-3	среднеранний	126
7	Каратальский	Алакульский	скороспелый	102
		Уштобинский	среднеранний	115

Рис относится к группе гигрофитов, что определяет его большую потребность во влаге. Количество выпадающих осадков в течение вегетационного периода по рисосеющим районам изменяется от 27 до 91 мм (табл. 1.5).

Наибольшее количество осадков по всем рисосеющим районам выпадает весной (апрель, май) и осенью (октябрь). Наиболее увлажнены Акдалинский и Каратальский массивы.

Таблица 1.5 Количество выпадающих осадков в течение вегетационного периода по рисосеющим районам

Рисовые районы	Апрель	Май	Июнь	Июль	Август	Сентябрь	Октябрь	Сумма за вегетаци- онный период (май- сентябрь)
Кзыл-Кумский	31	21	8	2	2	2	13	35
Чиилийский	18	13	6	2	1	2	6	24
Кзыл-Ординский	14	11	5	4	3	4	7	27
Казалинский	13	12	7	6	7	7	14	39
Акдалинский	23	27	21	16	10	8	16	82
Каратальский	21	28	17	24	11	11	16	91

Выпадение осадков в первую половину вегетации (до колошения) положительно сказывается на росте и развитии растений риса. Осадки, выпавшие в период колошения и цветения риса, приводят к не полному опылению и череззернице. В период созревания и уборки риса дожди затягивают сроки уборки, ухудшают качество зерна.

Слой воды на поле в течение всей вегетации риса создает своеобразный микроклимат и обеспечивает необходимую влажность воздуха растениям.

В районах рисосеяния Казахстана наблюдаются дни в течение вегетации с сильным ветром 15 м/с (табл. 1.6).

Таблица 1.6 Число дней с сильным ветром (15 м/с)

Рисовые районы	Апрель	Май	Июнь	Июль	Август	Сентябрь	Ооктябрь	Сумма за ап- рель – октябрь
Кзыл-Кумский	0,5	1,4	1,0	0,8	0,6	0,3	0,4	4,1
Чиилийский	1,9	1,9	0,7	0,5	0,8	0,7	0,7	4,6
Кзыл-Ординский	6,4	5,3	2,7	2,0	3,4	2,0	3,3	15,4
Казалинский	3,4	2,3	1,4	1,2	0,7	1,1	2,0	6,7
Акдалинский	1,7	1,9	2,0	1,9	1,5	0,9	1,1	8,2
Каратальский	0,7	0,9	0,7	0,5	0,4	0,3	0,3	2,8

Наибольшее число дней с сильным ветром (15 м/с) отмечается на Кзыл-ординском, Акдалинском и Казалинском массивах, особенно большой вред от ветра наблюдается во время выметывания, созревания.

# Глава 2. РАЦИОНАЛЬНЫЙ РЕЖИМ ОРОШЕНИЯ РИСА И СОПУТСТВУЮЩИХ КУЛЬТУР

#### 2.1. Режим орошения риса

Одним из основных условий, обеспечивающих получение высоких урожаев риса, является соблюдение правильного водного режима на рисовом поле. Под водным режимом риса надо понимать систему приемов орошения, увязанных с организационно-техническими и экономическими особенностями хозяйства и направленных к созданию наиболее благоприятных условий для произрастания риса и к получению высоких урожаев.

Сорта риса, высеваемые в Казахстане, по своей экологии относятся к гидрофитным растениям, а это значит, что режим орошения для них должен быть направлен на создание определенного слоя воды на рисовом поле в течение почти всего периода вегетации риса.

Орошение риса при помощи постоянного затопления после сева и в течение вегетации позволяет получать высокие урожаи зерна. Исследованиями установлено, что лучшим режимом орошения риса в Казахстане на слабозасоленных землях является укороченное затопление, на засоленных землях — постоянное затопление с периодическими сбросами. Эти режимы орошения широко проверены в производственных условиях, где подтверждена их высокая эффективность.

Режим орошения риса при укороченном затоплении на слабозасоленных почвах заключается в следующем. После сева чеки сразу же заливаются 5–8 сантиметровым слоем воды на 5–6 дней. Затем подача воды прекращается. Вода из чеков не сбрасывается, а остается до полного впитывания. С появлением всходов (обозначение рядков) чеки вновь заливаются 10–15 см слоем воды. В фазе кущения слой воды снижается до 5 сантиметров. После кущения до молочной спелости риса слой воды в чеках поддерживается на уровне 10 сантиметров. В конце молочно-восковой спелости вода из чеков не сбрасывается, а остается до полного впитывания.

После кущения до молочной спелости риса слой воды в чеках поддерживается на уровне 10 сантиметров. В конце молочно-восковой спелости вода из чеков не сбрасывается, а остается до полного впитывания.

В зависимости от условий и состояния полей в рекомендуемый режим орошения риса вносят соответствующие изменения. Они могут быть следующие:

1. Без применения противозлаковых гербицидов. После посева создается  $8{\text -}10$  см слой воды, который поддерживается  $4{\text -}5$  дней. Затем он

понижается до 2–3 см или остается до полного впитывания воды в почву. Когда рядки всходов четко обозначаются, чеки затапливаются на ѕ высоты растений риса. Одновременно со всходами риса появляются всходы просянок. Для их уничтожения, с появлением у растения риса 3–4 листа, слой воды в чеках доводят до 20–25 см с тем, чтобы слой воды был выше просянок на 5–7 см. В это время нужно следить за состоянием риса и просянок. Как только листья просянок побуреют, слой воды понижают, чтоб листья риса были выше воды.

Чтобы кущение растений риса происходило дружно, а корневая система развивалась интенсивно, слой воды в чеках понижают до 5 см. В это время производят подкормку посевов азотными удобрениям. После кущения, с началом выхода растений риса в трубку, чтобы избежать появления второго яруса сорняков, слой воды на рисовом поле повышают до 10–12 см и на этом уровне поддерживают до молочновосковой спелости зерна. В этот период расход воды растениями резко уменьшается, поэтому подачу воды в чеки прекращают, чтобы к началу уборки почва просохла, и сельскохозяйственные машины могли беспрепятственно работать.

- 2. При применении противозлаковых гербицидов. Всходы риса получают здесь при увлажнительных поливах. Увлажненная почва хорошо нагревается и происходит интенсивное произрастание риса и сорняков. С образованием у просянок 2-3 листьев посевы риса при отсутствии слоя воды на поверхности рисового поля обрабатывают контактными гербицидами СТАМ  $\Phi$  – 34 и др. На вторые сутки после применения гербицидов посевы риса затапливают 10-15 см слоем воды, чтобы полностью уничтожить сорняки, обработанные гербицидами, и не допустить прорастания новых сорняков. Такой слой воды поддерживают в течении 5-8 дней. Затем он понижается и перед началом кущения доводится до 5 см. В этот период вносятся минеральные удобрения. В фазу кущения поддерживается 5 см слой воды, затем он увеличивается до 10-15 см, поддерживается до начала молочно-восковой спелости, когда подача воды прекращается. К концу полной спелости риса почва должна быть сухой для проведения механизированной уборки урожая.
- 3. Режим орошения риса на засоленных почвах. В ряде районов республики рис возделывания на засоленных землях. Рис является достаточно солеустойчивой культурой, но для получения высоких урожаев на таких почвах необходимо соблюдать определенные правила с условием, что на системах имеется хорошо работающая коллекторнодренажная сеть.

На засоленных землях с содержанием около 3,0 и более процентов солей по плотному остатку после посева риса создается 10–12 см слой воды, который поддерживается 5–6 дней, а затем полностью сбрасывается. После сброса сразу производится повторное затопление 5–6 см слоем и через 2–3 суток воду снова сбрасывают. Подобную операцию проделывают еще раз до получения всходов.

На засоленных землях нельзя оставлять рисовое поле без слоя воды, так как при просушке в почвах возникает капиллярное движение воды, которое способствует поднятию солей и отложению их в верхнем слое почвы. Повышенное содержание солей в верхнем слое почвы отрицательно влияет на молодые всходы риса, они могут получаться изреженными или полностью погибают. На период обработки посевов гербицидами вода из чеков сбрасывается, а через 2 дня чеки снова затапливаются 10–15 см слоем. Если обработка посевов гербицидами не производится, то после появления всходов в чеках создается 20–25 см слой воды, чтобы сорняки находились под водой. После побурения листьев у просянок слой воды снижается до 15 см глубины.

В период кущения слой воды в чеках снижается до 5 см. В это время производится подкормка минеральными удобрениями. В последующие фазы вегетации риса режим орошения соблюдается такой же, как и при укороченном затоплении. После затопления чеков необходимо следить за минерализацией воды. При повышении минерализации воды до 1,8—2,0 г/л происходит увеличение щелочности, органические вещества в почве начинают растворяться, а вода приобретает кремовую окраску. Поэтому воду из чеков надо полностью сбросить и затопить их свежей водой. В зависимости от степени засоления почвы и минерализации воды в чеках смена воды производится несколько раз, чтобы не допустить увеличения солей в воде более 2,5 г/л. Практика показала, что для этого обычно требуется двукратная смена воды взамен создания постоянной проточности позволяет экономить значительное количество воды (до 10 тыс.м/га).

## 2.2. Оросительная норма риса и ее составляющие элементы

Оросительная норма риса — количество воды, которое подается на рисовое поле в течении вегетационного периода. Она обычно выражается в кубических метрах воды на один гектар орошаемой площади. При возделывании риса затрачивается больше воды, чем при орошении других сельскохозяйственных культур, потому что основной биологической особенностью риса является повышенная потребность в воде.

Оросительная норма складывается из следующих составных частей:

$$M = m_1 + m_2 + m_3 + m_4, (1.1)$$

где  $m_1$  — количество воды, необходимое для полного насыщения слоя почвы от водоупора до поверхности земли;

 $m_2$  — количество воды, расходуемое на транспирацию  $(m'_2)$  и испарение с поверхности почвы и воды  $(m''_2)$ ;

 $m_3$  — количество воды, расходуемое на фильтрацию в почвогрунт;

 $m_4$  — количество воды, расходуемое на технологические и непроизводительные сбросы.

Оросительные нормы для риса в зонах рисосеяния Казахстана изменяются в широких пределах, в зависимости от режима орошения, года освоения целинных земель, почвенно-мелиоративных и климатических условий. В Кзыл-Ординской области оптимальные величины оросительных норм риса на инженерной системе Левобережного массива при укороченном затоплении — 19800 м³/га, постоянном — 23600 м³/га. В Чимкентской области на Кзыл-Кумском массиве 22770 м³/га при укороченном и 24880 м³/га при постоянном затоплении. В Алма-Атинской области на Акдалинском массиве соответственно 21700 и 27700 м³/га. Приводимые нормы (нетто) и данные по водному балансу определены при разработке рационального режима орошения риса в пределах рисовой карты, без учета специфики рисосеяния в производственных условиях на рисовой карте по данным исследований В.С. Буруменского равна 37750 м³/га.

Оросительная норма для риса зависит от типа затопления: при постоянном затоплении она больше, чем при укороченном на 2100~м/га на Кзыл-Кумском, на  $3800~\text{м}^3/\text{га}$  на Кзыл-Ординском и 5000~м/га на Акдалинском массивах орошения.

Оросительные нормы для риса зависят и от года освоения массива. В первые годы на вновь освоенных землях инженерной системы оросительная норма равна 30410 м³/га на Кзыл-Кумском, 22010 м³/га на Кзыл-Ординском и 39150 м³/га на Акдалинском массивах орошения. В последующие годы оросительная норма уменьшается до 20820 м³/га на Кзыл-Кумском, до 18190 м³/га на Кзыл-Ординском и до 20210 на Акдалинском массивах орошения. Уменьшение оросительной нормы на второй и последующий годы происходит за счет сокращения объема воды на насыщение почвогрунта зоны аэрации, величины дренажного стока и фильтрации с рисовых чеков.

Распределение составляющих оросительной нормы и водного баланса рисового поля при рекомендуемых режимах орошения риса представлено в табл. 2.1. Основными расходными статьями водного баланса являются — испарение и транспирация (суммарное водопотребление), насыщение зоны аэрации, дренажный сток и фильтрация рисового поля, поверхностные сбросы и проточность.

Таблица 2.1 Распределение составляющих оросительной нормы и водного баланса рисового поля при рекомендуемых режимах орошения риса

		Водн	ый баланс рисов	ого поля, $M^3/$	га			
Зоны рисосеяния	Режим		Составлян	ощие водного	баланса		Ороси-	Невяз
	орошения	Насыще-	Суммарное	Фильтра-	Проточ-	Итого	тельная	ка %
		ние	водопотреб-	ция	ность и		норма	
			ление		сбросы		(нетто)	
1. Кзыл-Ординская обл.	Укороченное	3600	9700	6100		19400	19800	2,03,0
	затопление							
Левобережный массив	Постоянное	3700	9400	5400	4600	23100	23600	
1	затопление							
2. Чимкентская обл.	Укороченное	2100	12200	8440	_	22740	22770	0,3
	затопление							
Кзыл-Кумский массив	Постоянное	2200	11800	10750	_	24750	24880	0,6
	затопление							
3. Кзыл-Ординская обл.	В производ-	3500	10760	5630	15590	35480	37750	7,0
_	ственных ус-							
Левобережный массив	ловиях на ри-							
_	совой карте							
4. Алма-Атинская обл.	Укороченное	4000	10500	7500	_	22500	21700	3,5
	затопление							
Акдалинский массив	Постоянное затопление	4800	10500	8700	4500	28500	27700	3,0

Величина невязки между приходной и расходной частью в опытах находится в допустимых пределах (0,3–7,0 %). При вычислении знака невязки за исходную величину взята приходная часть баланса, так как подача воды определяется просто и достоверно.

#### 2.2.1. Испарение и транспирация

Испарение и транспирация (суммарное водопотребление) показывают количество испарившейся воды с водной поверхности рисового поля и израсходованной на транспирацию растениями риса.

Суммарное водопотребление зависит от многих факторов: температуры и дефицита влажности воздуха, скорости ветра, сорта риса и густоты стояния стеблестоя и т.д. Суммарное водопотребление увеличивается с ростом и развитием риса, максимум приходится на период цветения, после чего заметно уменьшается. Среднесуточное суммарное водопотребление по фазам развития растений риса, для основных зон рисосеяния Казахстана по данным опытов приведены в табл. 2.2.

Таблица 2.2 Среднесуточное водопотребление с рисового поля, мм/сут

Фоли розрития рисс	Массив орошения						
Фазы развития риса	Кзыл-Ординский	Кзыл-Кумский	Акдалинский				
Всходы	6,5	6,8	5,2				
Кущение	7,8	8,0	7,0				
Трубкование	9,4	10,2	9,9				
Выметывание и цветение	10,2	12,5	12,6				
Молочная спелость	8,9	12,0	12,0				
Восковая спелость	7,1	9,4	9,4				
Полная спелость	6,9	7,0	6,4				

В начальный период вегетации риса (всходы) среднесуточное суммарное водопотребление близко к испарению с водной поверхности и равно: 6,5–6,8 мм/сут на Кзыл-Ординском и Кзыл-Кумском массивах, 5,2 мм/сут на Акдалинском массиве. С развитием растений риса, накоплением растительной массы уменьшается испарение с водной поверхности и увеличивается транспирация влаги растениями, возрастает суммарное водопотребление. Так, например, если в фазу кущения среднесуточный расход воды на суммарное водопотребление равен 7,8–8,0 мм/сут на Кзыл-Ординском и Кзыл-Кумском массивах. То в фазу выметывания и цветения эта величина составляет 10,2–12,5 мм/сут. Начиная с фазы молочной спелости, расход воды на суммарное водопо-

требление равен: 6,9–7,0 мм/сут на Кзыл-Ординском и Кзыл-Кумском массивах и 6,4 мм/сут на Акдалинском массиве.

Расход воды на суммарное водопотребление за вегатационный период в основных зонах рисосеяния Казахстана изменяется следующим образом: 9700–10500 м³/га для районированных сортов Дубовский-129 и УзРОС-269 на Кзыл-Ординском массиве; 11380–12200 м³/га для районированных сортов УзРОС-259 и УзРОС-7–13 на Кзыл-Кумском массиве; 10140–10500 м³/га для районированных сортов Дубовский-129 и Уштобинский на Акдалинском массиве (табл. 2.3).

Таблица 2.3 Расход воды на суммарное водопотребление

Массив орошения	Сорт риса	Вегетаци- онный период	Суммарное водопотребле- ние, м³/га	Коэффициент водопотребления, м³/га
Кзыл-	Скороспелый Дубовский-129	116	9700	2180
Ординский	Среднеспелый УзРОС-269	126	10500	2100
Кзыл-	Позднеспелый УзРОС-7-13	140	12200	1850
Кумский	Среднеспелый УзРОС-259	120	11380	1920
Акдалинский	Скороспелый Дубовский-129	120	10140	2860
Акдалинскии	Среднеспелый Уштобинский	126	10500	2630

Суммарное водопотребление составляет  $45-50\,\%$  от оросительной нормы. Коэффициент водопотребления в опытах по изучению режима орошения риса равняется  $2100-2180\,\mathrm{m}^3/\mathrm{T}$  на Кзыл-Ординском массиве,  $1850-1920\,\mathrm{m}^3/\mathrm{T}$  на Кзыл-Кумском и  $2630-2850\,\mathrm{m}^3/\mathrm{T}$  на Акдадинском массивах.

#### 2.2.2. Насыщение зоны аэрации

Расход воды на насыщение почвогрунта зависит от мощности насыщаемого слоя и скважности. Чем больше скважность почвы и мощность зоны аэрации и меньше его влажность, тем больший расход воды требуется на насыщение почвы.

На вновь освоенных землях отмечается значительная глубина уровня грунтовых вод (3,2-7,7 м), высокая скважность почвы (46-50 %) и низ-

кая влажность (16–18 %). В первый год посева риса на вновь освоенных землях отмечается максимальный расход воды на насыщение зоны аэрации; 4210–4850 м<sup>3</sup>/га на Кзыл-Ординском и Кзыл-Кумском массивах, 24900 на Акдалинском массиве (табл. 2.4).

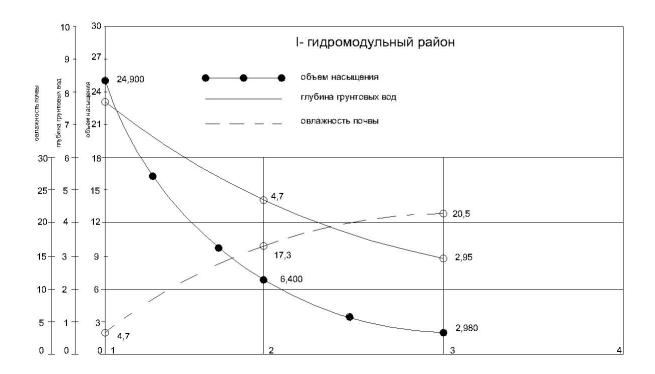
Таблица 2.4 Расход воды на насыщение зоны аэрации

Массив орошения	Год освоения	Глубина грунтовых вод перед посевом, м	Насыщение зоны аэра- ции, м <sup>3</sup> /га	По данным авторов
Кзыл-Кумский	первый	3,2	4210	
массив	второй	2,2	2700	Рау А.Г
	третий	1,8	2100	
Кзыл-Ординский	первый	3,7	4850	
массив	второй	3,0	3670	Бурумеского В.С.
	третий	2,5	2860	
Акдалийский	первый	7,7	24900	Петрунина В.М.
массив	второй	4,7	6400	Буткова В.М.
	третий	3,0	2980	руткова <b>д.</b> мг.
Кзыл-Ординский	первый	3,2	4020	Потрушина В М
массив	второй	3,4	3740	Петрунина В.М. Буткова В.М.
	третий	3,7	4980	Dy i Koba D.Mi.

На Акдалинском массиве грунтовые воды залегали на глубине 7,7 м, влажность почв перед затоплением была равна 9,7-16,8 %. На второй год посева риса грунтовые воды поднялись с 7,7 м до 4,7 м, влажность почвы увеличилась до 17,3 %, объем воды на насыщение почвы уменьшился до  $6400 \text{ м}^3/\text{га}$ . На третий год посева риса грунтовые воды залегали на глубине 3,0 м, расход воды на насыщение почвы сократился до  $2980 \text{ м}^3/\text{га}$  (рис. 2.1).

Аналогичная картина наблюдается и на других массивах орошения, но со значительно меньшей зоной аэрации в год освоения земель. Так, например, на Кзыл-Ординском массиве объем насыщения зоны аэрации за три года посева риса уменьшился с 4850 до 2860 м $^3$ /га, на Кзыл-Кумском массиве с 4210 до 2100 м $^3$ /га (см. табл. 2.4).

Стабилизация уровня грунтовых вод, расхода воды на насыщение зоны аэрации во всех зонах рисосеяния Казахстана происходит на 4–5 год освоения массива. Объем насыщения уменьшается по сравнению с первым годом освоения в два раза и более.



||- гидромодульный район

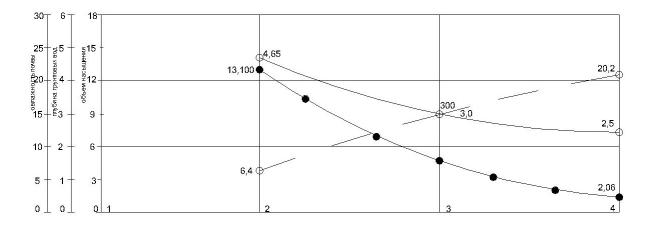


Рис. 2.1. Зависимость объема насыщения почвогрунта от глубины грунтовых вод и влажности почвы на Акдалинском массиве

#### 2.2.3. Фильтрация и дренажный сток

Расход воды на фильтрацию составляет значительную часть (40–45%) оросительной нормы риса, выращиваемого методом затопления, и зависит от гидрогеологических условий района орошения и высотного расположения участка по отношению к окружающей территории. В результате подъема уровня грунтовых вод (при освоении мас-

сива), снижении дренажного действия коллекторно-сбростной сети и ухудшения водно-физических и механических свойств почвогрунта расход воды на фильтрацию с рисового поля с годами уменьшается. В первый год посева риса расход воды на фильтрацию составил: 12360–15180 м³/га на Акдалинском и Кзыл-Кумском массивах, 5630–7500 на Кзыл-Ординском массиве. В последующие годы расход воды на фильтрацию с рисового поля уменьшается до 4450–7790 м³/га на Акдалинском и Кзыл-Кумском массивах, 3000–3500 на Кзыл-Ординском массиве (табл. 2.5).

Во всех зонах рисосеяния максимальный расход воды на фильтрацию отмечается в начальный период орошения (10-15 мм/сут) и уменьшается к концу вегитации риса (4-5 мм/сут).

Таблица 2.5 Расход воды на фильтрацию с рисового поля

Массив орошения	Год освоения	Глубина грунтовых вод перед посевом, м	По данным авторов
Кзыл-Кумский массив	первый второй третий	7500 4610 3500	Петрунина В.М. Буткова В.М.
Кзыл-Ординский массив	первый второй третий	15180 8770 7790	Рау А.Г
Акдалийский массив	первый второй третий	12360 4970 4450	Петрунина В.М. Буткова В.М.
Кзыл-Ординский массив	первый второй третий	5630 3630 3000	Бурумеского В.С.

#### 2.2.4. Проточность и сбросы

На засоленных землях с содержанием в почве 3 и более процентов солей по плотному остатку, при повышении минерализации воды на рисовых чеках до 2,5 г/л до фазы кущения, рекомендуется применять полное и частичное опорожнение чеков, при этом происходит полное обновлении воды на всех участках чека. Расход воды при одном сбросе равен 1000–1500 м³/га, при двух сбросах – 2000–3000 м³/га. На сильно засоленных почвах полная замена воды в чеках проводится 3–4 раза. С расходом воды при трех сбросах – от 3000 до 4500 м³/га и четырех сбросах – от 4000 до 6000 м³/га.

### 2.2.5. Оросительные нормы в производственных условиях

В производственных условиях при нарушении водопользования и отклонения от рекомендуемых режимов орошения оросительные нормы (брутто) по данным многолетних исследований достигают 39860 м³/га на Кзыл-Ординском массиве, 47150 м³/га на Кзыл-Кумском массиве и 49640 м³/га на Акдалинском массиве (табл. 2.6). Фактическая подача воды на рисовые поля превышает установленную в опытах на 42–50 %.

Коэффициент использования воды (КИВ) на рисовых системах не превышает 0,58. Непроизводительные затраты поливной воды в хозяйствах создаются за счет проточности и сбросов. Она превышает плановую в 4–6 раз. Повышенная проточность не вызывается физиологическими потребностями выращивания риса, она приводит лишь к переполнению дренажно-коллекторной сети, к заболачиванию окружающих земель и к подтоплению всего севооборота.

Таблица 2.6 Оросительная норма риса в производственных условиях, м $^3$ /га

Массив орошения	На опытных участках	В хозяйствах	КИВ
Кзыл-Ординский массив	21700	39860	0,58
Кзыл-Кумский массив	23820	47150	0,51
Акдалинский массив	24700	49640	0,50

#### 2.2.6. Расчетные величины гидромодуля

Отличительной особенностью рисовых оросительных систем является способность подавать в чеки и сбрасывать одновременно с большой площади огромные количества оросительной воды. В связи с этим гидромодуль рисовых оросительных систем в десятки раз выше, чем на других орошаемых землях, где возделываются полевые культуры: овощи, кормовые, зерновые и технические культуры. Так, если на овощных и кормовых севооборотах гидромодуль (т.е. расход воды в л за 1 с. с 1 га) меньше 1, то на рисовых системах он составляет от 10 до 50 л/с с 1 га.

Оценивают обеспеченность рисовых систем оросительной водой по величине гидромодуля следующим образом: до  $10\ \mathrm{n/c}\ \mathrm{c}\ 1\ \mathrm{ra}$  — неудовлетворительное состояние; 10-20 — удовлетворительное и 20-50 — хорошее.

Рисовые хозяйства должны рационально использовать воду для получения плановых урожаев риса и сопутствующих культур. Поэтому рисовые хозяйства, подвешенные к оросительной системе, разрабатывают внутрихозяйственные планы водопользования Внутрихозяйственные планы водопользования составляются специалистами хозяйств агрономами и гидротехниками. При этом специалисты определяют потребность в воде, назначают сроки проведения поливов, определяют поливные и оросительные нормы. Эти планы устанавливают порядок распределения воды. Предусматривают снижение потерь воды на фильтрацию в каналах в период оросительного сезона. Чтобы сократить потери воды на фильтрацию, определяют минимальную длину одновременно работающих каналов и непрерывность работы постоянных хозяйственных распределителей. Подача воды на рисовые участки должна осуществляться круглосуточно, чтобы можно было выдержать установленный режим орошения риса. В плане водопользования определяется ежегодная потребность рисосеющих хозяйств в воде, вычисляется гидромодуль – среднее количество воды, которое необходимо подать на комплексный гектар орошаемой площади рисового севооборота.

При возделывании риса наибольшее количество поливной воды приходится на период первоначального насыщения почвы и затопления чеков. Поэтому ордината первоначального затопления в графике гидромодуля имеет наибольшие величины и определяет пропускную способность оросительной сети. Величины гидромодуля для оросительной системы и отдельного чека неодинаковы. Для каждого севооборотного участка срок сева риса устанавливают не более 18–20 дней, а для рисовой карты он должен быть в три-четыре раза короче. Рисовую карту обычно засевают за 1–2 суток и в ближайшие 3–5 суток ее заливают водой.

Гидромодуль, рассчитанный для затопления одного чека, не может быть принят для всей рисовой карты или севооборотного участка, так как он считается неукомплектованным и не может обеспечить всю рисовую систему водой. При составлении укомплектованного гидромодуля для всей рисовой системы учитывают принятые сроки сева и водооборот, установленный между рисовыми полями. Отсутствие строгой увязки этих показателей может привести к недостатку воды на системе, оттянуть сроки сева и затопления чеков водой, а это отразится на своевременном получении всходов, росте, развитии растений и урожайности риса.

Расчетные величины гидромодуля на инженерных системах в период первоначального затопления рисовых чеков следующие: для чека — 16,80 на Кзыл-Ординском, 11,9 на Кзыл-Кумском и 9,7 л/с на Акдалинском массивах; рисового поля (карты) 4,1 на Кзыл-Ординском, 2,5 л/с на Кзыл-Кумском и Акдалинском массивах; рисового севооборота 2,1 на Кзыл-Ординском, 1,4—17 на Кзыл-Кумском и Акдалинском массивах орошения. Это при режиме орошения — укороченное затопление, при постоянном затоплении гидромодуль увеличивается на 0,1 л/с для чека, 2,0—2,5 л/с на рисовой карте и севообороте (табл. 2.7).

 $\begin{tabular}{ll} $T\ a\ f\ n\ u\ u\ a\ 2\ .\ 7 \\ Bеличины\ гидромодуля \\ на инженерных\ рисовых\ системах,\ n/c\cdot га \end{tabular}$ 

	Режим орошения	Первоначальное		Поддержание слоя			
Зоны массива		затопление			ВОДЫ		
орошения		чек	поле	сево- оборот	чек	поле	сево- оборот
Кзыл-Ордин-	укороченное	16,8	4,1	2,1	1,9	1,9	1,0
ская обл.	затопление						
Левобережный	постоянное	16,9	4,8	2,4	2,0	2,1	1,1
массив	затопление						
Чимкентская	укороченное	11,6	2,5	1,4	1,8	1,8	1,0
область	затопление						
Кзыл-Кумский	постоянное	11,9	4,2	2,4	2,0	2,0	1,0
массив	затопление						
Алма-Атинская	укороченное	9,7	2,5	1,7	4,0	4,0	2,5
обл.	затопление						
Акдалинский	постоянное	9,72	4,2	2,6	4,0	4,0	2,5
массив	затопление						

В период поддержания слоя воды на рисовых чеках гидромодуль для рисового чека и карты равен 1,9—2,1 л/с·га на Кзыл-Ординском и Кзыл-Кумском массивах, 4,0 л/с·га на Акдалинском массиве, а для севооборотного массива соответственно 1,0—1,1 и 2,5 л/с·га.

По данным учета подачи воды вычислены ординаты гидромодуля (нетто) с учетом режима орошения и водооборота. Графики гидромодуля построены при укороченном и постоянном затоплении для рациональных режимов орошения, основных зон рисосеяния Казахстана (рис. 2.2–2.7).

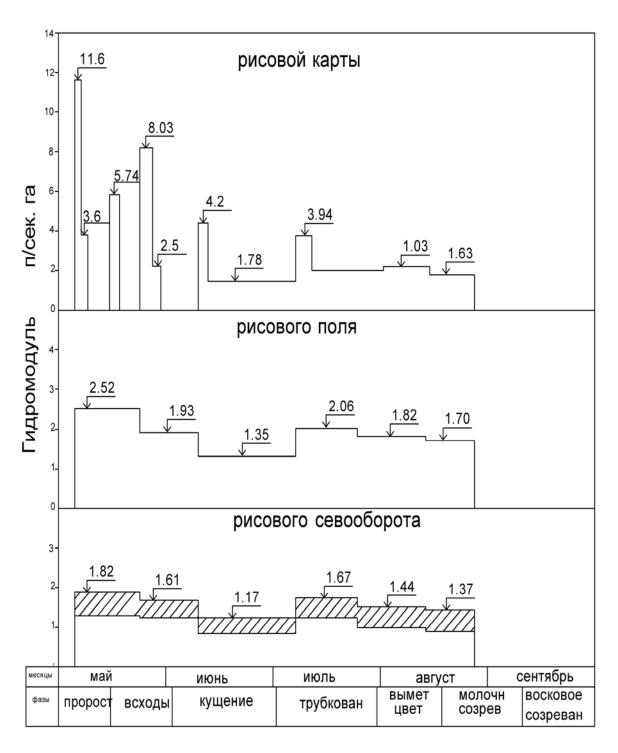


Рис. 2.2. График гидромодуля нетто укороченного затопления на Кзыл-Кумском массиве:

люцерна		
рис		

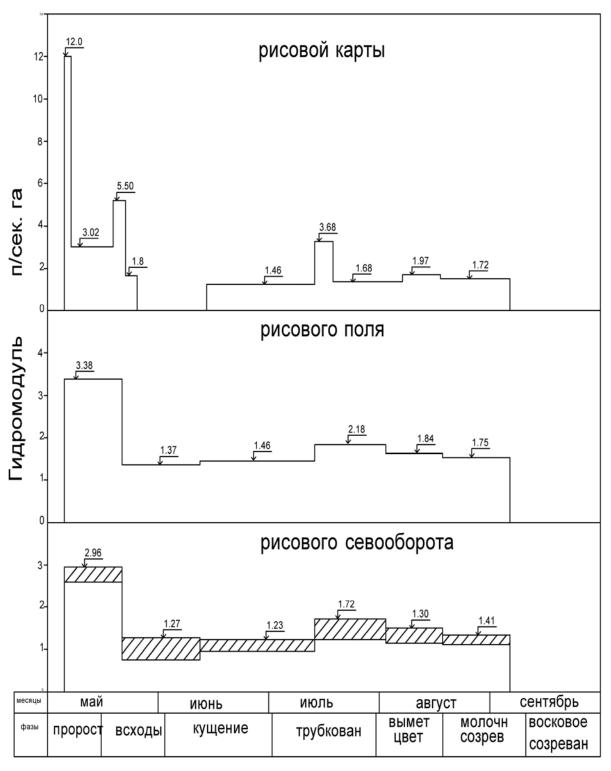
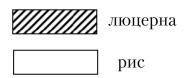


Рис. 2.3. График гидромодуля нетто постоянного затопления на Кзыл-Кумском массиве:



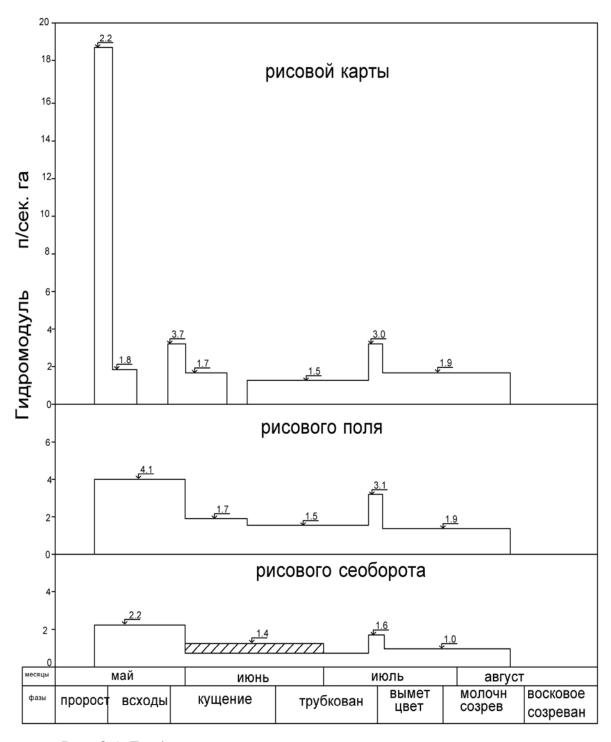


Рис. 2.4. График гидромодуля нетто укороченного затопления на Кзыл-Ординском массиве:



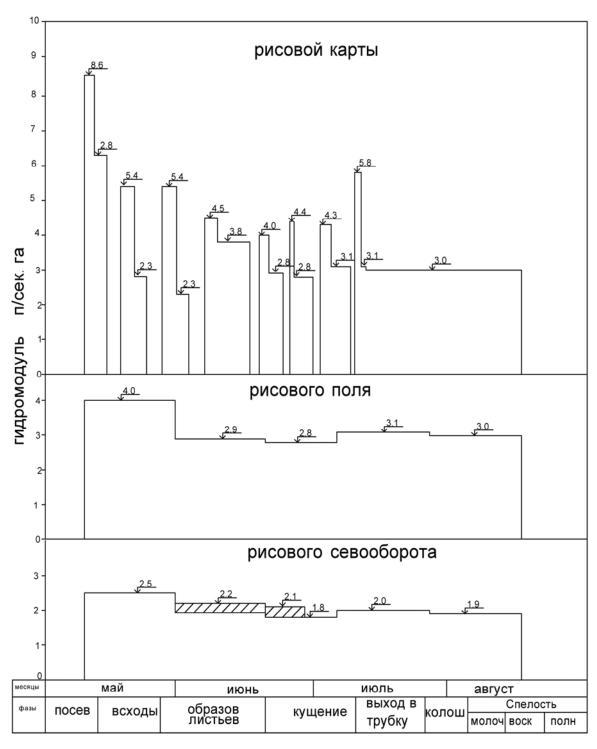


Рис. 2.5. График гидромодуля нетто постоянного затопления на Кзыл-Ординском массиве:



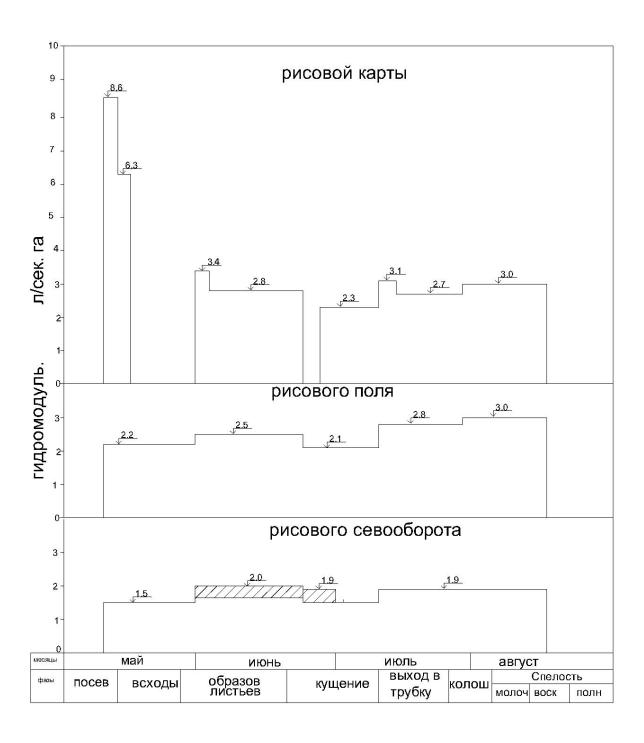


Рис. 2.6. График гидромодуля нетто укороченного затопления на Акдалинском массиве:

люцерна
рис

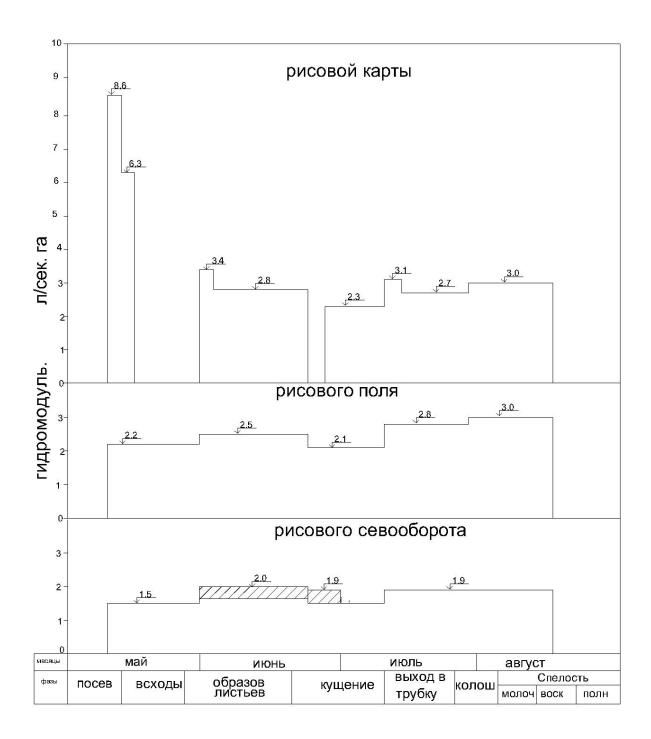


Рис. 2.7. График гидромодуля нетто постоянного затопления на Акдалинском массиве

люцерна
рис

#### 2.3. Техника полива риса

Создание оптимального водного режима на рисовом поле имеет важное значение в получении высоких урожаев риса и зависит от подготовленности плантаций к затоплению, состояния оросительной сети, а также от техники затопления и организации работы поливальщика.

Поливальщику необходимо хорошо знать свой участок. Подготовку поля к затоплению поливальщик должен начинать сразу же после уборки риса. К началу посева всю оросительную сеть следует полностью отремонтировать и очистить от сорной растительности и наносов. Своевременно оправить постоянные поперечные валики, которые в той или иной степени разрушаются машинами при обработке почвы. Перед затоплением проверить состояние всех водовыпусков и закрыть те, по которым вода подается из чека в сброс. Также закрыть щиты на подпорных сооружениях сбросов (если почвы не засоленные), кроме дренажно-сбросных каналов, ограждающих поля сопутствующих культур рисового севооборота. Заготовить на каждый чек водомерные рейки и разложить их у водовыпусков. Нельзя допускать большого разрыва во времени между посевом и затоплением риса, так как семена, попавшие в условия переменной влажности, при выпадении кратковременных дождей и последующем быстром просыхании почвы теряют всхожесть, всходы получаются изреженными, поля сильно засоряются просянками.

Для наблюдений за уровнем воды на каждом чеке около продольного валика устанавливаются водомерные рейки. Установку реек следует производить в период первоначального затопления, когда примерно половина чека залита водой. Водомерная рейка окрашивается в яркий цвет и устанавливается вблизи водовыпуска на видном месте, нуль рейки совмещается с уровнем воды затопленной части чека. Поливальщик должен регулярно (ежедневно) следить за уровнем слоя воды в чеках. От правильного учёта слоя воды во многом зависит точное соблюдение заданного режима затопления и конечном итоге урожайность риса.

Первоначальное затопление. За сутки до начала затопления бригадир дает гидротехнику хозяйства заявку на воду. К этому времени поливальщик должен быть готовым к приему воды и её распределению из нартового оросителя по чекам в максимально сжатые сроки. Пускать воду сразу во все подведенные к оросителю чеки не рекомендуется, так как при этом уменьшается расход и напор, вода с трудом будет поступать на чеки. Первоначальное затопление необходимо начинать с низких чеков карты при форсированной подаче воды (60–80 л/с), но, не допуская смыва семян. После залива и создания необходимого слоя во-

ды на нижних чеках затапливают высокие чеки. В период первоначального затопления поливальщик должен внимательно следить за уровнем воды в чеках, чтобы не допустить перелива воды через валики. В противном случае возникающие даже от небольшого ветра волны выбивают всходы риса, изреживая посевы. Кроме того, сильный волнобой разрушает поперечные валики, которые в течение оросительного периода трудно восстановить. Поэтому, как только высота слоя воды на чеках достигнет в среднем 5–10 см, подача воды прекращается, и открываются водовыпуски в следующие чеки. Таким образом, весь поливной участок, в зависимости от количества чеков, заливается в 2–3 очереди. Желательно, чтобы этот процесс на чеке площадью до 4 га занимал не более двух суток, а на меньших участкам — сутки.

После появления массовых всходов риса на тех полях, где почва поддерживалась во влажном состоянии, чеки вновь затапливаются в том же порядке, как и первоначально. На чистых от просянок чеках средний слой воды доводится до 8–10 см, а на засоренных – до 20–25 см, чтобы вызвать гибель просянок. При этом нельзя допускать появления листьев просянок над водой, так как в этом случае сорняки не погибают. При высоких температурах постоянный высокий уровень воды в чеке можно держать не более 10 дней, затем нужно временно его понизить и, если не все просянки погибли, подлить слой воды вновь.

Поливальщик должен помнить, что на средне- и сильнозасоленных почвах первоначально рис затопляют на 2–3 суток, затем воду необходимо сбросить, так как в ней содержится много растворенных солей и снова затопить чеки свежей водой. Смену воды повторять до начала кущения растений риса 2–4 раза в зависимости от степени засоления почв и минерализации воды на чеках: В период получения всходов сдой воды не должен превышать 6–8 см, по мере роста растений его доводят до 10–12 см на участках, отводимых под химическую обработку противозлаковыми гербицидами. Поливальщика, работающего на засоленных землях, необходимо оснастить солемерами для замера степени минерализации воды в чеках.

Технология затопления в период обработки гербицидами и внесения минеральных удобрений. Наибольший эффект от гербицидов типа пропанид проявляется при обработке посевов риса без слоя воды. Для удаления воды с поверхности чеков заблаговременно поливальщик прекращает подачу воды в оросители и чеки. Одновременно при необходимости на участках с низкой фильтрацией открывает все временные подпорные сооружения, имеющиеся в сбросных системах.

На участках, где почва с большой фильтрационной способностью, подачу воды в оросители чека прекращают за 3–4 дня, с малой – за 6–7 дней до начала обработки посевов гербицидами.

В последующие дни после прекращения подачи вода поливальщики наблюдают за снижением её уровня в каждом чеке. Если уровень воды снижается медленно, воду следует немедленно сбросить через водовыпуски. В других случаях удаление слоя воды с поверхности чеков путём сброса её через водовыпуски крайне нежелательно.

На сильно засоленных почвах допускается обработка посевов гербицидами при пониженных слоях воды (5–6 см) для предотвращения гибели риса от повышенных концентраций солей в почве.

На вторые сутки после обработки посевов гербицидами чеки заливают водой и за 2–3 суток доводят глубину слоя до 15 см.

При опоздании с затоплением посевов или создания слоя недостаточной глубины возможно повторное прорастание семян просянок. Слой воды сохраняют 6–7 дней, а затем постепенно снижают до 10–12 см и поддерживают на этом уровне до начала кущения. Снижение глубины слоя достигают в основном уменьшением размера струй подаваемой оросительной воды в чеки, а иногда путём поверхностного сброса через водовыпуски.

Слой воды должен регулироваться и в период проведения подкормки (в фазу полных всходов риса перед его кущением). Для внесения удобрений уровень воды, как и при обработке гербицидами, необходимо понизить до 5–6 см и закрыть водовыпуски из чека в сброс не менее на 3–4 дня. После этого уровень поднимается до 10 см.

Полное опорожнение чеков иногда, необходимо в период борьбы с водорослями, если медный купорос не оказал на них губительного действия. Освобождать чеки от воды надо осторожно и не всегда. Если всходы риса вышли из-под глубокого слоя воды, то листовая пластинка у них получается очень вытянутой, тонкой, не способной без воды поддерживать вертикальное положение, в этом случае опорожнение чеков приведёт к значительному снижению урожая, так как после сброса воды часть растений ляжет на почву и прилипнет к её переувлажненной поверхности. При новом затоплении большинство листьев не поднимается и погибнет без доступа кислорода. Особенно опасна продолжительная просушка чеков в фазу выхода растений в трубку.

Технология затопления риса в период кущения и последующих фазах развития. Появление боковых побегов (фаза кущения) растений риса обычно наступает на 20–25-й день от полных всходов. В этот период очень важно создать благоприятные условия для разрастания боковых побегов и формирования более мощной корневой системы риса. Для этого необходимо понизить слой воды до 3–5 см. Такой слой воды в период кущения способствует лучшему прогреванию воды и почвы, а также освещенности, что ведёт к повышению урожая. Регулирования слоя затопления поливальщик проводит путём прекращения подачи воды раньше начала кущения, чтобы к наступлению фазы кущения слой снизить до 3–5 см (за счёт испарения, транспирации и фильтрации). В случае засоленности почв приходится понижать уровень воды до 3–5 см, сбрасывая воду. Для поддержания слоя воды во время кущения в чеки постоянно подается небольшой расход. При наступлении фазы кущения у 80 % растений в фазы трубкования, вымётывания и молочной спелости зерна слой воды на рисовых чеках повышают до 12–15 см. Такой слой воды способствует хорошему росту и равномерному созреванию метелки. Подачу воды на чеки прекращают в фазу молочно-восковой спелости зерна, с таким расчётом, чтобы снижение слоя до нуля наступило на 38–40 сутки после цветения.

Подготовка рисового поля к уборке начинается с предуборочного прекращения подачи или сброса воды и осушения чеков до состояния, допускающего въезд на чеки тракторов и рисоуборочных машин. Предуборочному сбросу предшествует уменьшение, а затем и полное прекращение подачи воды на поля. В зависимости от места возделывания и состояния риса (сроков сева) подачу вода прекращают в фазу полной молочной или начала восковой спелости. Необходимо заметить, что для каждого поливного участка сроки сброса и осушения различны. Поэтому при подготовке к сбросу поливальщик должен детально обследовать участки и определить состояние риса на каждом чеке.

Перед сбросом заблаговременно открываются все шлюзы на сбросной сети, спускается вода, очищаются каналы и трубы шлюзов и переездов от ила и сорной растительности. Сброс начинается с пониженных чеков, затем с повышенных. С прекращением подачи воды в фазе полной молочной спелости при неглубоком слое в чеках закрываются все водовыпуски, и вода постепенно убывает за счёт испарения и фильтрации. По истечении 3–5 дней, если почвы слабоводопроницаемы, открывают сбросные водовыпуски и сбрасывают оставшуюся воду.

Если в чеках находится большое количество воды, то к сбросу её надо приступить сразу после прекращения подачи. Во избежание полегания риса нужно медленно снижать слой, чтобы к концу восковой спелости воды на чеках не было. Чеки с повышенной влажностью и с большой густотой стояния растений необходимо своевременно обкашивать для улучшения условий просушки. Там, где весной было проведено кротование или щелование с отводом воды в сбросные каналы, сброс и просыхание чеков идут быстро и равномерно. Там, где этого не

было сделано, образуются «блюдца». Воду из них перед уборкой надо сбрасывать, прокапывая вручную борозды в направлении периферийных канавок. Эту операцию лучше делать весной при посеве осушительные борозды фрезерными или катковыми бороздоделами через  $15-20\,\mathrm{m}$ .

Планомерное и постепенное снижение слоя воды сведёт сброс к минимуму, что значительно разгрузит дренажно-сбросные каналы и повысит эффективность их работы. При низких горизонтах воды в сбросных каналах усиливается инфильтрация воды через их откосы, быстро протекает процесс просыхания почвы.

#### 2.4. Режим орошения и техника поливы люцерны

На землях рисовых севооборотов люцерна занимает по площади второе место среди культурных растений. Отличаясь высоким водопотреблением, она играет существенную роль в формировании водного и солевого балансов на рисовых системах. В севооборотах, принятых в рисосеющих хозяйствах республики, основной сопутствующей культурой является люцерна, урожайность которой до настоящего времени остается крайне низкой, что служит серьезным тормозом на пути освоения севооборотов и увеличения производства риса. Продуктивность люцерны в свою очередь в полной мере зависит от своевременного и бесперебойного снабжения растений водой, т.к. в отдельные периоды вегетации, даже в условиях близкого залегания грунтовых вод, на рисовых системах, они нуждаются в дополнительном увлажнении, особенно в первый год развития.

Исследования по установлению водопотребления, режима орошения и техники полива люцерны в рисовом севообороте проводились на вновь осваиваемом Акдалинском массиве орошения в низовьях р. Или. Почвы опытных участков представлены такыровидными сероземами с содержанием пылеватых частиц до 40 %. По типу засоления они относятся к гидрокарбонатно-сульфатным. Содержание солей в метровом слое колеблется от 0,064 до 0,08 % на участке совхоза «50 лет Октября». Особенностью засоленных почв является наличие в них нормальной соды. По механическому составу преобладают средне и тяжелосуглинистые разновидности с водопроницаемостью 0,1–0,7 мм/мин за первый час полива. Объемный вес метрового слоя почвы составляет 1,48–1,52 г/см³, а полевая влагоемкость – 17,8–19,9 % от веса сухой почвы.

Грунтовые воды слабоминерализованы (содержание солей колеблется от 0.29 до 1.8 г/л) и залегают весной (март-апрель) на глубине

3,0-3,5 при затоплении рисовых чеков на прилегающих массивах уровень грунтовых вод постепенно поднимается и в июле-августе достигает 1,8-2,0 м.

Режим орошения люцерны изучался путем закладки мелкоделяночных (площадь делянки 550 м²) опытов в 3-х кратной повторности. Схемой опытов предусматривалось проведение поливов при различных порогах влажности почвы (60,70 и 80 % ППВ) и по срокам проведения укосов. За контроль принимается неполивной участок. Посев люцерны проводили во второй декаде апреля, сорт — Семиреченская местная. Укосы назначались в фазу массовой бутонизации. В первый год было проведено два, во второй год — четыре укоса. Величина урожая определялась путем сплошного укоса учетной делянки.

Основные результаты опыта приведены в таблице 2.8. На орошаемых вариантах урожай люцерны первого года выше, чем на контрольном (неорошаемых в 1,3–1,9 раза). Наибольший урожай получен на третьем и втором вариантах, где влажность основного корнеобитаемого слоя нормы поддерживались не ниже 80–70 % ППВ. При этом было проведено два и три полива нормами 1650 и 1800 м³/га. Урожай сена за два укоса составил 67–63 ц/га. На всех вариантах опыта при возделывании люцерны второго года жизни получен довольно высокий урожай. Однако на поливных участках урожай люцерны выше, чем на неорошаемом на 24–46 ц/га, что составляет 119–130 % к контролю. Продуктивность люцерны растет с увеличением оросительной нормы. Так, наибольший урожай получен на шестом варианте (164 ц/га), где было проведено шесть поливов оросительной нормой 4800 м³/га. При поддержании влажности почвы не ниже 70–80 % ППВ, урожай сена составил соответственно 149 и 154 ц/га при оросительных нормах 1600–1800 м³/га.

Таким образом, приведенный анализ показывает, что люцерна весьма отзывчива на орошение, особенно в первый год ее возделывания. Для получения высоких урожаев люцерны в рисовом севообороте необходимо поддерживать влажность почвы не ниже 70–80 % ППВ путем проведения двух поливов оросительной нормой 1600 м³/га в период май-июнь, когда грунтовые воды залегают ниже 2,0 м. Во второй год достаточно проведения одного вегетационного полива нормой 1000–1100 м³/га после первого укоса.

На рисовых системах в водоснабжении растений люцерны активное участие принимают грунтовые воды, режим которых тесно связан с орошением риса на прилегающих массивах.

Расход грунтовых вод на испарение и транспирацию растениями люцерны в наших исследованиях устанавливался лизиметрическим

методом. Величина этого расхода колеблется от 74 до 95 % суммарного водопотребления в первый год жизни люцерны и от 63 до 86 % — во второй год. Проведение вегетационных поливов уменьшает удельный вес грунтовых вод в водном балансе поля и увеличивает соответственно удельный вес оросительный воды. Так, один полив снижает расход грунтовых вод до 70-80 %, а при поливе оросительной нормой  $2400 \, \text{м}^3/\text{га}$  — до  $63 \, \%$  (табл. 2.8).

Таким образом, при возделывании люцерны на рисовых системах, в водоснабжении растений решающую роль играют грунтовые воды и являются основной приходной статьей водного баланса.

Необходимым условием орошения люцерны, возделываемой на засоленных землях, является предупреждение процесса вторичного засоления, происходящего в результате капиллярного поднятия грунтовых вод и выноса токсичных солей в верхние горизонты почвы.

Схемой опыта предусматривалось проведение поливов расчетными и увеличенными в 1,5-2 раза поливными нормами при влажности почвы 75 $-80~\%~\Pi\Pi B$ .

В результате проведенных исследований выяснилось, что возделывание люцерны на фоне орошения резко ослабляет процесс соленакопления, но не ликвидирует опасности вторичного засоления почв. Так, на всех опытных чеках за вегетационный период происходило накопление солей. Значительная интенсивность соленакопления наблюдалась на варианте, где поливы проводились расчетной нормой, соответствующей влажности метрового слоя почвы 75–80 % ППВ. К концу вегетации здесь количество солей в метровом слое увеличилось на 0,19 %. Более того, здесь наблюдалось снижение содержания гипса и увеличение содержания соды, что привело к снижению урожайности сена люцерны на 15,3 ц/га.

При поливе грузными нормами, общий запас солей к концу вегетационного периода увеличился незначительно (с 15,6 до 18,1 т/га в метровом слое), а увеличения содержания соли практически не наблюдалось.

Таким образом, орошение люцерны на засоленных землях грузными нормами, хотя и не улучшает мелиоративного состояния земель, однако способствует стабилизации солей в почве после культуры риса.

Люцерна очень отзывчива на орошение, но при продолжительном затоплении, особенно при высоких температурах воздуха, наступает гибель растений. Как показали опыты, люцерна сорта Семиреченская местная в первый год жизни выносит затопление слоем 10 см в течение 30-35 часов в фазу всходов — ветвления и 40-45 часов — в фазу бутонизации.

Таблица 2.8 Водопотребление и урожай люцерны в зависимости от режима орошения (в числителе — данные первого года, в знаменателе — второго года жизни люцерны)

No	Варианты опыта	Число	Ороси-	Средняя	Суммар-	Урожай	Коэффициент во-	% использова-
$\Pi/\Pi$		поливов	тельная норма,	поливная норма, м <sup>3</sup> /га	ное водо- потреб-	сена, ц/га	допотребления, м <sup>3</sup> /т	ния грунтовых вод в суммар-
			м <sup>3</sup> /га		ление,			ном водопо-
					м³/га			треблении
1	Без полива				4000	35	1140	95,5
1	рез полива	_	_		5800	118	491	86,7
	Полив при влажно-	2	1650	825	5860	63	930	74,6
2	сти расчетного слоя	$\frac{2}{2}$	$\frac{1600}{1600}$	$\overline{800}$	${7180}$	${149}$	${481}$	$\frac{1}{72,5}$
	почвы 70 % ППВ							·
3	То же, при 80%	3	1800	$\frac{600}{}$	$\frac{6080}{}$	_67_	$\frac{907}{}$	$\frac{74,0}{}$
	ППВ	3	1800	600	7360	154	478	72,0
4	То же, при 60%	1	1100	1100	5140	46	1120	80,0
4	ППВ	1	1100	1100	6900	142	480	76,0
5	Поливы проводи-	$\frac{2}{3}$	1550	775	5830	55	1060	75,0
)	лись перед укосами	3	$\overline{2400}$	$\overline{800}$	$\overline{7370}$	$\overline{154}$	479	$\overline{64,0}$
	Поливы проводи-							
6	лись перед и после	6	4800	800	8750	164	535	44,6
	укосов							
7	Поливы проводились после укосов	3	2400	800	7450	154	484	63,2

Конструкция рисовой карты Краснодарского типа учитывает требования в основном только культуры риса и не приспособлена для полива сопутствующих культур.

Расчетная ордината гидромодуля при первоначальном затоплении риса 8-12 л/с·га недостаточна для других культур рисового севооборота. Пропускная способность водовыпусков при существующей разности горизонтов воды в оросителе и чеках очень низкая и колеблется в пределах от 17 до 40 л/с. Такой расход явно недостаточен для быстрого затопления чека площадью 2-3 га.

Необходимо отметить, что техническое состояние рисовых оросительных систем в низовьях р. Или неудовлетворительно. Каналы быстро теряют свой внешний вид, изменяют заданные параметры. В частности заиление и сплошное зарастание сорной растительностью картовых оросителей в период возделывания сопутствующих культур резко снижает их пропускную способность.

Продуктивность люцерны в рисовом севообороте во многом зависит от тщательности подготовки почвы и поливов, проведение которых затруднено наличием безуклонных плоскостей чеков.

Все это требует применения специально разработанной техники полива.

Основное направление экспериментальных работ по технике полива в исследованиях заключалось в изучении и выборе рациональных способов полива люцерны с установлением удельной поливной струи, обеспечивающей равномерное распределение оросительной воды по площади чека при минимальной продолжительности полива. Испытывались следующие способы полива:

- полив напуском по чекам сосредоточенными струями из однобортной распределительной борозды, нарезанной по периметру чека;
  - полив по широким полосам;
  - полив по засеваемым ложбинам;
  - полив по бороздам, нарезанным внутри чека.

По материалам исследований установлено, что оптимальным для условий района исследований является полив по засеваемым ложбинам и одновременно из однобортной выводной борозды, нарезанной по периметру чека.

Подготовка чека под посев и последующие поливы осуществляется в следующей последовательности:

- 1) планировка чека;
- 2) нарезка ложбин параллельно картовому носителю;
- 3) нарезка однобортной полосы по периметру чека;
- 4) посев люцерны.

Ложбины представляют собой пологие (заложение откосов 1:20) борозды, нарезанные через 25 м внутри чека. Глубина ложбин 10–12 см, ширина – 4 м. Ложбины и однобортная борозда нарезаются прицепным грейдером перед посевом.

При таком способе полива сокращается время затопления чека, значительно улучшается водораспределение по чеку, уменьшается опасность вымокания люцерны. Оптимальной является удельная струя 55-75 л/с на гектар. При этом чек площадью 2,0-2,5 га затапливается в течение 6-8 часов.

В связи с тем, что пропускная способность существующих водовыпусков в чеки недостаточна для полива люцерны, необходимо устанавливать дополнительные водовыпуски-сифоны или применять поливные машины типа ППА-300.

## 2.5. Динамика солевого режима почвогрунтов и грунтовых вод

Регулировать мелиоративные процессы можно лишь при наличии инженерной рисовой системы, отвечающей современным требованиям. К таким системам относятся те, с помощью которых можно успешно поддерживать не только заданный режим орошения риса и сопутствующих культур, но и активно и целенаправленно управлять процессами соленакопления в почвах и грунтовых водах. Иначе говоря, рисовая оросительная система в качестве обязательных элементов должна включать не только оросительную но и хорошо работающую коллекторно-дренажную сеть.

В связи с этим весьма актуальной является разработка методов и способов эффективного регулирования не только водного, но и солевого режима земель рисовых систем. Для этого необходимо знать, как формируется водный и солевой режимы рисовых чеков, полей севооборота при возделывании риса и люцерны и иметь представление о способах управления процессами передвижения воды и солей в почвах рисовых систем.

Многочисленными исследованиями (В.Б. Зайцев, Б.А. Шумаков, Г.Ф. Косов, А.И. Калашников, Г.П. Крюгер и др.) признано, что постоянное затопление риса приводит к рассолению почв.

По исследованиям КазНИИВХ, солевой режим на Кзыл-Кумском, Кзыл-Ординском и Акдалинском массивах, складывался весьма благоприятно. Под затопляемой культурой риса происходит рассоление почвогрунтового слоя на глубину 1,5 м. Во всех случаях исследований степень рассоления почв зависит от дренированности участков и

фильтрационной способности почвогрунтов. При освоении солончаков хлоридно-сульфатного типа под культурой риса в условиях Кзыл-Ординской области количество легкорастворимых солей снижается на 82–83 %. Величина сухого остатка до освоения равна 1,8–2,2 % с максимум до 5,5–5,9 %. Засоление по хлор-иону от 0,393 до 1,37 %. В результате трехлетнего возделывания риса количество солей уменьшилось в пять раз: от 5 % до 1 % в поверхностном горизонте – 0–10 см, глубже содержание солей снизилось от 2–3 % до 0,2–0,6 % (табл. 2.9). Хлор-иона вымыто с 0,9–1 % до 0,03 %, то есть на 96–98 %. Суммарный вынос солей на солончаках из толщи почвогрунта 0–150 см составил от 250 т/га до 500 т/га. Значительный диапазон варьирования зависит от степени засоления и дренированности, высотного положения участков и их местоположения относительно дренажной сети (табл. 2.9).

Таблица 2.9 Результаты выноса солей под затопляемой культурой риса (средние данные по повторностям) в % по Кзыл-Ординскому Левобережному массиву

_			До по	сева	После у	борки	Вынос с	
Год освое-	Вари-	Глуби-		ГССВИ	1100110 )	оории	прив	НОС
ния, др.	ант	на, см	сухой	хлор-	сухой	хлор-	ПО	ПО
показатели	ann	ma, em	оста-	ион	оста-	ион	сухому	хлор-
			ток		ток	иоп	остатку	иону
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Целина		0-10	5,021	1,458	1,088	0,035	78,40	97,80
глубина		10-20	4,520	1,199	1,152	0,023	74,52	98,08
сбросов		20-30	3,37	0,832	1,120	0,056	66,80	91,68
2,0-2,5 м		30-40	2,932	0,698	1,051	0,026	64,20	96,28
ороситель-	C	40-60	3,314	0,661	1,114	0,088	66,40	97,28
ная норма	6	60-80	2,577	0,560	1,156	0,014	55,15	97,50
24800 м <sup>3</sup> /га		80-100	2,358	0,459	1,127	0,021	52,30	95,43
		100-120	2,070	0,448	1,422	0,143	31,40	68,10
		120-150	2,039	0,409	1,558	0,189	23,60	53,79
		0-150	3,142	0,747	1,198	0,055	61,88	92,64
Участок 2-го		0-10	0,894	0,120	0,453	0,021	49,33	82,50
года освое-		10-20	0,988	0,154	0,473	0,017	52,13	88,97
ния под ри-		20-30	0,993	0,169	0,597	0,019	39,88	87,58
COM;		30-40	0,941	0,145	0,635	0,017	32,52	88,28
глубина	C	40-60	0,815	0,109	0,552	0,021	32,27	89,60
сбросов	6	60-80	0,318	0,014	0,382	0,037	+20,1	+164,28
0,6-0,7 м		80-100	0,268	0,046	0,329	0,037	+22,7	19,57
ороситель-		100-120	0,593	0,107	0,407	0,042	31,37	60,75
ная норма		120-150	0,290	0,048	0,260	0,033	10,35	31,25
23700 м <sup>3</sup> /га		0-150	0,926	0,138	0,542	0,019	41,50	86,24

Окончание табл. 2.9

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Участок 2-го		0-10	1,076	0,223	0,527	0,024	51,03	89,24
года освое-		10-20	0,553	0,135	0,527	0,023	4,71	82,97
ния;		20-30	0,616	0,125	0,560	0,017	9,1	86,40
глубина		30-40	0,508	0,141	0,580	0,022	+14,1	84,40
сбросов 0,7 м		40-60	0,290	0,085	0,469	0,035	+61,7	58,83
ороситель-		60-80	0,236	0,057	0,397	0,040	+68,20	29,90
ная норма		80-100	0,409	0,067	0,375	0,047	8,32	29,86
20835 м <sup>3</sup> /га		100-120	0,477	0,134	0,725	0,080	+51,99	40,30
		120-150	0,648	0,180	0,702	0,070	+8,33	61,12
		0-150	0,609	0,142	0,532	0,024	12,65	83,10

В целом следует отметить, что опреснение происходит за счет выноса легкорастворимых солей, особенно хлористого натрия. Вынос NaCl составил 82.2%, MgSO $_4$  – 82% (табл. 2.10).

Таблица 2.10 Качественный состав солей в корнеобитаемом слое почвы до и после вегетации риса

Место отбора образца и дата	Глуби- на, см	Сухой оста- ток	Ca(HCO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	CaSO <sub>4</sub>	MgSO <sub>4</sub>	Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	NaCl	MgCl <sub>2</sub>
1	2	3	4	5	6	7	8	9
		Исхо	дное содерж	кание со	лей			
26 апреля,	0-2	9,211	0,021	0,932	2,918	0,053	5,119	0,111
вариант 5,	2-10	3,139	0,019	0,895	0,811	0,053	1,305	_
разрез	10-20	1,659	0,013	0,497	0,429	0,021	0,702	_
	20 - 30	1,216	0,017	0,240	0,262	0,081	0,545	_
	30 - 40	0,715	0,019	0,202	0,146	0,010	0,364	_
	40-50	1,158	0,013	0,242	0,423	0,053	0,563	_
Среднее содержание содержание соде в слое, %	0-50	2,184	0,016	0,417	0,498	0,014	0,869	_
	Co,	держани	е солей пос.	ле вегета	ации рис	ca		
18 сентября,	0-10	1,163	0,026	0,561	0,091	_	0,375	0,072
вариант 5,	10-20	0,774	0,027	0,409	0,085	_	0,114	0,118
разрез	20-30	1,132	0,022	0,639	0,116	_	0,170	0,193
	30-40	0,471	0,022	0,272	0,096	-	0,022	0,041
	40-50	0,700	0,022	0,536	0,061	_	0,007	0,053
Среднее содержание содей в слое, %	0-50	0848	0,024	0,483	0,090	_	0,138	0,095

Окончание табл. 2.10

1	2	3	4	5	6	7	8	9
1 Содержание солей увели- чилось (+) и уменьши- лось (-), %	0-50	-157,6	+50	+15,8	-82,0	_	84,2	9
от исходного содержания								

На основе данных исследований составлен солевой баланс 0–50 см слоя, где показаны статьи исходного засоления, прихода солей за счет поливной воды; расходных статей — вымывания солей сбросными водами и нисходящим током воды (табл. 2.11). Сравнивая исходное и остаточное засоление полуметрового слоя, видно, что в результате длительного затопления почвы под культурой риса происходит весьма сильное рассоление. Чем сильнее засолены почвы, тем больше отмечен вынос солей. В первый год орошения вынос солей составил 153–240 т/га, в последующие годы от 14 до 63 т/га.

Таблица 2.11 Солевой баланс полуметрового слоя почвы на Кзыл-Ординском массиве

	юле-	іей іды,	Всего с	олей	]	Вымыто	солей			точное ление
Вариант	Исходное засоле- ние, т/га	Приход солей от оросит, воды, т/га	т/га	%	Сброс- ной водой, т/га	й дящим ой, током т/га %			т/га	%
				Перв	ый год во	озделыва	ания			
1	212,75	29,52	242,27	100		202,49	202,49	83,5	39,78	16,4
2	253,94	32,10	286,04	100	10,43	227,31	227,74	83,2	48,30	16,8
3	249,28	28,16	277,44	100	7,74	232,23	239,97	84,5	37,47	15,5
4	192,46	24,12	216,58	100	4,13	180,68	184,81	85,2	31,77	14,7
5	227,17	28,39	255,56	100	15,95	184,0	199,95	78,2	55,61	21,8
6	267,13	23,97	291,10	100	5,89	213,37	219,26	75,3	71,84	24,7
7	196,84	25,64	222,48	100	4,94	148,93	153,85	69,2	68,63	30,8
8	247,15	25,99	273,14	100	7,73	216,56	224,29	79,8	55,27	20,2
				Втор	ой год вс	зделыва	ния			
1	126,14	21,13	147,27	100		62,77	62,77	42,7	84,5	57,3
5	100,16	9,48	109,64	100	7,84	39,02	46,86	42,7	62,78	57,2
6	58,87	9,4	68,27	100	7,13	12,76	19,99	29,5	47,38	70,5
				Трет	тий год вс	зделыва	ния			
1	70,57	10,02	80,59	100		13,86	13,86	17,2	66	82,8
6	62,73	13,84	76,57	100	7,36	30,64	38	49,9	38	50
8	78,93	15,59	94,52	100	6,18	39,33	45,51	48,2	49	51,8

По данным исследований на Кзыл-Кумском массиве на среднезасоленных почвах при незначительном содержании солей (0,6–0,8 %) наблюдается полное рассоление почв в первый год освоения. Засоление сульфатное. Запасы в трёхметровой толще до освоения составляли 100–120 т/га. После первого года освоения почва рассоляется за счёт выноса хлористого и сернокислого натрия. Запасы солей уменьшились до 65 т/га. В последующие годы количество солей уменьшается до 35 т/га. Общее содержание солей за 4 года возделывания уменьшилось на 70–80 %. В почвах преобладали сульфаты, содержание которых составляло 0,3–0,5 %, количество хлора 0,02–0,03 %, щёлочность 0,04–0,06 %. Среди катионов преобладающим является натрий 0,03–0,06 % (рис. 2.8). Вынос солей наблюдается за счёт нисходящих токов фильтрационных вод. Таким образом солевой баланс почв Кзыл-Кумов складывается по типу рассоления под рисовым полем (табл. 2.12).

Таблица 2.12 Изменение содержания солей в почвах опытного участка Кзыл-Кумского массива, т/га

Слой, см	Год иссле- дований	Сумма	HCO <sub>3</sub> '	Cl"	SO <sub>4</sub> "	Ca"	Mg"	Na"
0-40	1	10,46	2,83	0,758	3,95	0,51	0,18	2,25
	2	6,29	2,78	0,628	1,077	0,323	0,117	1,36
	3	5,37	1,4	0,6	1,82	0,44	0,2	0,91
	4	4,47	1,26	0,245	1,4	0,36	0,093	0,9
	5	4,66	1,77	0,9	0,7	0,48	0,27	0,54
0-100	1	53,95	6,82	3,4	25,75	1,6	1,07	15,35
	2	24	5,97	1,883	9,05	1,25	0,453	5,39
	3	16,48	3,61	1,77	6,36	1,57	0,98	2,18
	7	12,84	4,32	1,33	3,25	1,034	0,46	2,46
	5	10,45	4,29	1,48	1,96	1,154	0,69	0,88
0-160	1	84,65	10,14	4,98	42,05	2,39	1,64	23,35
	2	34,72	9,66	3,423	11,35	2,14	0,769	7,38
	3	26,98	8,45	2,47	8,12	2,3	1,29	4,26
	4	19,1	6,75	1,93	4,63	1,49	0,6	3,82
	5	16,45	6,86	2,09	3,33	1,83	1,12	1,22
0-280	1	114,13	16,87	8,9	51,7	4,25	3,04	29,2
	2	62,57	17,43	7,2	19,36	4,06	1,49	13,05
	3	51,1	16,34	4,14	14,81	4,67	2,07	9,07
	4	38,37	12,06	3,51	11,7	2,63	1,14	7,45
	5	40,16	14,7	5,56	6,61	5,11	3,31	4,87

 $\Pi$  р и м е ч а н и е . 1 — исходное содержание солей; 2 — после 1-го года возделывания риса; 3 — после 2-го года возделывания риса; 4 — после 3-го года возделывания риса; 5 — после 4-го года возделывания риса.

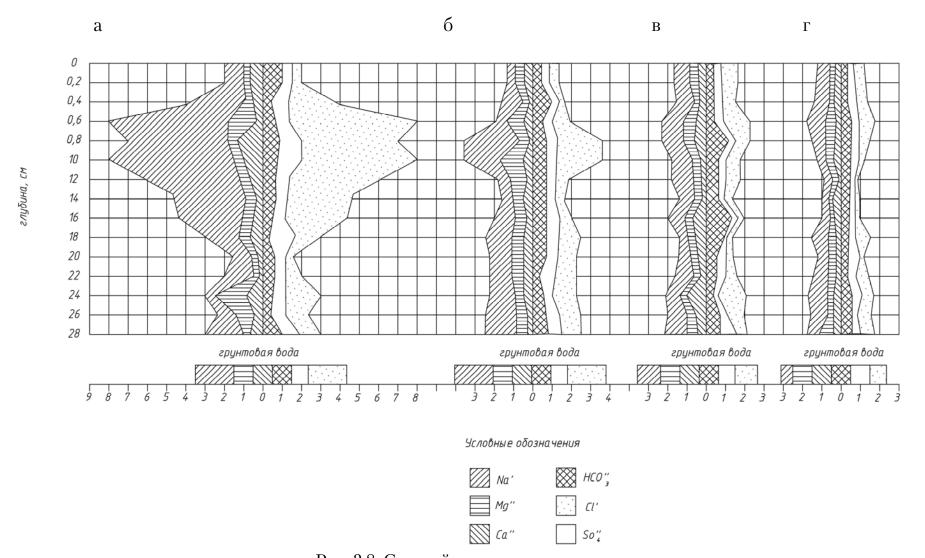


Рис. 2.8. Солевой режим почв под рисом: а – до орошения; б – после первого года возделывания риса; в – после второго года возделывания риса; г – после третьего года возделывания риса

За 4 года вымыто 84 т/га, где основная масса солей (52.8 т/га) ликвидирована в первый год освоения (табл. 2.13, 2.14).

Таблица 2.13 Результаты выноса солей под культурой риса на Кзыл-Кумском массиве

		Доп	осева	После у	борки	Вынос
Годы иссле- дований	Глуби- на, см	сухой оста- ток, %	хлор-ион,	сухой остаток, %	хлор-ион,	солей (–) привнос (+), т/га
Первый	0-20	0,834	0,028	0,257	0,060	17,36
	20-40	0,699	0,021	0,337	0,071	13,8
	40-60	0,865	0,034	0,400	0,206	19,34
	60-80	0,793	0,046	0,198	0,043	19,82
	80-100	0,421	0,036	0,153	0,022	8,16
	0-100	0,742	0,033	0,269	0,058	78,48
Второй	0-20	0,270	0,016	0,254	0,021	0,04
	20-40	0,186	0,012	0,104	0,014	2,17
	40-60	0,155	0,010	0,017	0,010	0,99
	60-80	0,154	0,007	0,100	0,011	1,66
	80-100	0,130	0,009	0,099	0,011	0,81
	0-100	0,199	0,011	0,115	0,011	4,67
Третий	0-20	0,091	0,006	0,066	0,014	0,64
	20-40	0,113	0,011	0,111	0,007	0,07
	40-60	0,085	0,005	0,181	0,053	+2,47
	60-80	0,086	0,009	0,094	0,007	+0,34
	80-100	0,107	0,017	0,109	0,007	+0,06
	100-	0,067	0,006	0,095	0,007	+0,35
	120					
	120-	0,074	0,005	0,070	0,007	
	140					
	0-140	0,089	0,010	0,121	0,017	+2,51

Таблица 2.14 Солевой баланс в почвогрунтах Кзыл-Кумского массива, т/га

Элементы баланса	1 год	2 год	3 год	4 год	Среднее за 4 года
1	2	3	4	5	6
	П	риход			
S1 поступление солей с оро- сительной водой	34,5	21,2	10,6	12,9	79,0
S2 поступление солей с под- земным притоком	2,2	1,2	0,9	0,9	5,2
Всего	36,7	22,4	11,5	13,7	84,2

Окончание табл. 2.14

1	2	3	4	5	6
	P	асход			
S3 вынос солей с дренаж- ными водами	24,8	11,2	8,1	5,8	49,8
S4 вынос солей с подземным оттоком	59,5	21,4	13,5	10,1	104,5
S5 вынос солей в чековые валики	0,6	0,3	0,2	0,2	1,3
Всего	84,9	32,9	21,8	16,1	155,6
Разница	-48,2	-10,5	-10,3	-2,4	71,4
Sн начальный запас солей 0-3 м	120,4	67,6	54,7	40,9	120,4
Фактически удалено количество солей 0-3 м	52,8	12,9	13,8	4,1	83,6
Невязка	+4,6	+2,4	+3,5	+1,7	+12,2

По результатам исследования КазНИИВХ, проведённых на Акдалинском массиве на такыровидных засоленных почвах гидрокарбонатно-хлоридного и хлоридно-сульфатного типов так же наблюдается рассоление. Степень засоления данных почв определяется присутствием соды, наиболее токсичной соли, по классификации и методике Н.И. Базилевича, Е.И. Панковой (1968) рассчитана с учетом суммарного эффекта токсичных ионов. По данной классификации почвы опытных полей представлены сильно солончаково-солонцеватые (табл. 2.15). Наиболее засолены горизонты 40–80 см.

Таблица 2.15 Динамика солей почвы при возделывании затопляемой культуры риса (Акдалинский массив)

	нт,	oc-	Щелочн	ОСТЬ		Суммарный	Почвенная
	Горизонт, см	Сухой с таток	от норм карбона- тов	об- щая	Хлор	эффект токсичных ионов	разновид- ность
1	2	3	4	5	6	7	8
				До ве	гетации		
	0-10	0,146	0,007	0,073	0,026	3,25	Такыровид-
Первый	10-20		_	_	_	_	ные сильно
год воз-	20-30	0,304	0,005	0,044	0,060	3,79	солончаково-
делы-	30-40	0,483	0,017	0,064	0,089	5,83	солонцеватые
вания	40-60	1,031	0,012	0,062	0,193	11,05	
риса	60-80	2,163	Необн.	0,012	0,221	8,43	
	80-100	0,900		0,012	0,092	3,51	
	100-120	0,331	_"_	0,013	0,032	1,22	
	120-150	0,227	_"_	0,014	0,024	0,966	

Окончание табл. 2.15

1	2	3	4	5	6	7	8
			-	После в	вегетаци	и	1
	0-10	0,084	Необн.	0,025	0,003	0,211	Такыровид-
	10-20	0,069	"	0,032	0,002	0,18	ные слабо
	20-30	0,095	Следы	0,044	0,001	0,31	солончаково-
	30-40	0,123	0,009	0,078	0,002	3,60	солонцеватые
	40-60	0,217	0,025	0,132	0,006	9,30	
	60-80	0,308	Необн.	0,019	0,002	0,57	
	80-100	0,620	_"_	0,014	0,004	0,65	
	100-120	0,326	_"_	0,014	0,003	0,45	
	120-150	0,140	_"_	0,014	0,003	0,30	
				До ве	гетации		
	0-10	0,237	0,022	0,227	0,005	8,12	Такыровид-
	10-20	0,194	0,020	0,095	0,020	7,66	ные сильно
	20-30	0,355	0,016	0,098	0,090	9,28	солончаково-
	30-40	0,522	0,002	0,029	0,202	6,86	солонцеватые
	40-60	0,703	Нет	0,021	0,292	8,61	
	60-80	0,666	_"_	0,015	0,260	7,68	
	80-100	0,358	_"_	0,019	0,132	3,95	
Второй	100-120	0,139	_"_	0,016	0,055	1,73	
год воз-	120-150	0,199	_"_	0,021	0,063	1,92	
делы-				После в	вегетаци	и	
вания	0-10	0,062	Не обнар.	0,036	0,003	0,197	Такыровид-
	10-20	0,084	Следы	0,074	0,001	0,26	ные солонце-
	20-30	0,066	_"_	0,056	0,001	0,22	ватые
	30-40	0,068	_"_	0,048	0,002	0,21	
	40-60	0,071	Не обнар.	0,036	0,001	0,14	
	60-80	0,057	_"_	0,035	0,001	0,13	
	80-100	0,045	_"_	0,039	0,001	0,01	
	100-120	0,059	_"_	0,027	0,001	0,17	1
	120-150	0,038	_"_	0,024	0,001	0,09	

Тип засоления почв гидрокарбонатно-хлоридный, по катионам – кальциево-натриевый. Механический состав средний суглинок с перемеживающимися прослоями тяжёлого суглинка и глины. Ниже одного метра залегают покровные породы в виде песчаных и супесчаных отложений. За одну вегетацию риса произошло полное рассоление 0–30 см слоя почвы, а на глубине 30–60 см почвогрунты остались сильно засоленными. После повторного возделывания риса происходит перераспределение солей, однако общее количество их в слое 0–150 см понижается. Вымываются легкорастворимые соли. Рассоление солончаковых почв под культурой риса идёт более активно, хотя немаловажную

роль играет коллекторно-дренажная сеть, степень дренированности участков.

На слабо и средне-засоленных солончаковых почвах наблюдается рассоление всей толщи почв на глубину 0–150 см. На почвах с солонцовым горизонтом в первый год освоения рассоляется только поверхносный слой почвы до солонцового горизонта. При повторном использовании наблюдается вынос солей из всего слоя 0–150 см., однако в солонцовых горизонтах засоление остаётся стабильно.

Таким образом, рассоление почв под рисом зависит от физикохимических свойств почв (в основном механического состава), типов засоления и дренированности территории. Для определённых участков и особенно окружающих полей, не занятых под посевами риса, характерно интенсивное засоление. Анализ годовых солевых балансов показывает, что орошение риса приводит к рассолению почв рисовых массивов, но не решает вопросов коренной мелиорации земель в целом рисосеющих массивов и их севооборотов. Как видно из таблицы содержание солей в слое почвы одного метра в среднем составляет 0,7–1,9 % по плотному остатку. В течение 4 лет прогрессирует засоление почв. Содержание солей в итоге составило 3,3–5,5 %. Значительная часть солей аккумулируется в зоне аэрации. За четырёхлетний период в почве накопилось 560 т/га солей (табл. 2.16). Исходное содержание солей составляло 262,6 т/га, а через 4 года накопилось 813 т/га солей.

Таблица 2.16 Баланс солей X-го севооборота и прилегающей территории Кзыл-Ординского массива, т/га

	Исходные	Поступи	ло солей	Вынес	ено солей	Оста-	C
Годы	балансы	С полив-	С подзем-	Дре-	Поломини	лось	Баланс
Го	солей	ной водой	ным	нажным	Подземным	вЗм	Эал
	вЗм	нои водои	притоком	стоком	ОТТОКОМ	ПОЧВЫ	<u> </u>
1	252,0	56,0	1,0	167,0	6,0	186,0	-116,0
2	453,0	35,0	13,0	4,0	3,0	494,0	+41,0
3	856,0	24,0	7,0	62,0	12,0	813,0	-43,0
4	813,0	37,0	6,0	118,0	4,0	734,0	-79,1

Как видно из таблицы, наблюдается сезонное снижение солей, в основном, за счёт выноса с дренажным стоком. К весне следующего года запаса солей увеличивается почти вдвое. Большая подвижность солей значительно по площади балансовом контуре с учетом прилегающей территории приводит, таким образом, к интенсивному засолению поверхностных горизонтов почвы и грунтовых вод на участках, где рис не возделывается (В.С. Буруменский).

Идентичная картина отмечается на Кзыл-Кумском массиве. До освоения почв под засоления было одинаково на всей территории, проектируемых рисовых севооборотов и окружающей территории. Количество солей составляло 16–37 т/га. Уже в первый год произошло резкое засоление поверхностного горизонта, и через три года содержание солей в слое 0–100 см уже составляло 134 т/га (табл. 2.17). Максимальное засоление отмечается в конце оросительного периода осенью, количество солей равно 180 т/га, по сравнению с исходным (37 т/га).

Таблица 2.17 Содержание солей на почвах не используемых под рис, т/га Кзыл-Кумский массив

V по и и о	Глуби-		1 1	од			2 год		3 год	
Угодие	на, см	1У	УП	X	1У	УП	X	1У	УП	X
Посе-	0-20	4-0,9	6,04	7,82	2,19	7,00	1,05	4,06	3,86	4,18
вы лю-	20-40	2,66	7,52	5,08	4,73	3,57	4,56	3,70	5,80	6,10
церны	40-60	2,34	2,87	3,92	5,97	3,11	3,24	3,04	4,90	2,64
	60-80	3,16	2,88	2,90	4,23	2,66	2,52	3,26	3,50	4,06
	80-100	4,32	2,86	4,10	4,38	2,55	2,38	2,92	2,58	8,52
	0-100	16,57	22,49	23,80	21,50	18,85	22,76	16,98	20,64	25,50
Целин-	0-20	15,58	28,34	30,10	4,92	53,31	85,34	11,83	19,72	33,74
ный	20-40	7,34	19,02	29,10	5,21	8,76	24,89	85,83	17,20	31,80
уча- сток	40-60	7,70	7,24	28,40	4,62	3,58	28,6	24,82	18,00	32,68
ЗОНЫ	60-80	4,20	4,20	24,50	4,62	5,83	28,94	7,48	17,42	29,92
ДС	80-100	2,32	4,40	4,74	5,13	5,07	19,94	2,92	14,16	5,70
	0-100	37,14	63,20	117,34	24,50	76,56	179,98	55,9	86,50	133,84

Динамика и солевой режим грунтовых вод изучен на Кзыл-Кумском, Кзыл-Ординском и Акдалинском массивах. Уровень грунтовых вод составляет от 2,5-3,5 до 7,5 м, степень минерализации грунтовых вод рисовых систем весьма различна. Наименее засолены грунтовые воды Кзыл-Кумов -0,8-3,7 г/л. Тип засоления сульфатный; сульфатно-гидрокарбонатный.

На участках сильно засоленных земель и солончаков Кзыл-Ординского массива грунтовые воды имеют очень высокую минерализацию от 15до 91 г/л. По классификации А.Н. Разанова, грунтовые воды относятся к сильнозасоленным и рассолам. Грунтовые воды Акдалинского массива имеют различную минерализацию от 0,4-1 г/л до 7-26,8 г/л. Средняя минерализация грунтовых вод в Кзыл-Кумах до

освоения составляла  $2.8\,$  г/л на полях, освоенных под рис, на прилегающей территории  $-2.58-4.25\,$  г/л, со значительным содержанием ионов Na', Cl', SO"<sub>4</sub>. Минерализация грунтовых вод под посевами риса оставалась фактически стабильной. На полях, занятых сопутствующими культурами, в первый год их возделывания минерализация грунтовых вод равна  $1.5\,$  г/л, во второй  $-1.21-1.92\,$  г/л и на прилегающей территории  $3-4.15\,$  г/л (табл. 2.18).

Таблица 2.18 Минерализация грунтовых вод на Кзыл-Кумском массиве (мг/л)

Характери-		Сухой							
стика	Год	остаток,	HCO <sub>3</sub>	Cl	$SO_4$	Ca"	Mg <sup>"</sup>	Na <sup>"</sup>	PH
участка		$\Gamma/M$							
Под рисовым	1	0,796	0,339	0,096	0,245	0,091	0,040	0,126	7,3
полем	2	0,811	0,321	0,99	0,173	0,53	47	116	8,2
	3	0,799	262	93	237	107	44	65	7,9
	4	0,879	295	105	328	61	66	140	7,5
Под посева-	1	1,383	315	171	571	161	70	185	7,4
ми люцерны	2	1,509	399	176	710	114	79	237	8,1
	3	1,214	275	166	420	122	73	149	7,5
	4	0,888	319	117	283	39	65	169	7,6
На приле-	1	3,612	341	728	1440	229	169	730	7,5
гающей не	2	2,850	558	574	872	141	140	557	8,2
орошаемой	3	3,031	605	601	902	105	150	664	7,9
территории	4	3,388	440	632	1378	166	202	656	7,3

Примечание. В таблице приведены средние данные из 10 скважин.

1 — исходное содержание солей; 2 — после 1-го года возделывания риса; 3 — после 2-го года возделывания риса; 4 — после 3-го года возделывания риса; 5 — после 4-го года возделывания риса.

Как видно, средняя минерализация грунтовых вод на Кзыл-Кумском массиве за три года изменилась незначительно. Наибольшая отмечается за все годы на не освоенных участках, где наблюдается приток грунтовых вод от затапливаемых рисовых полей. Увеличивается минерализация грунтовых вод и по уклону массива в направлении движения грунтового потока. На прилегающей к рисовым полям территории тип минерализации сменился с сульфатно-гидрокарбонатного на хлоридно-сульфатный. На массиве наблюдается увеличение минерализации грунтовых вод от реки Сыр-Дарьи к пескам Кзыл-Кумы.

Грунтовые воды под рисом имеют чётко выраженные сезонный характер, амплитуда колебания уровня изменяется в пределах 2–3 м.

Смыкание грунтовых вод происходит на 2-7 сутки с момента подачи оросительной воды в чеки. В предуборочный период с прекращения подачи, она удерживается на поверхности 4-10 суток.

На Кзыл-Ординском массиве опреснение грунтовых вод происходило только после повторного возделывания риса на 76–91 % по плотному остатку и на 90–96 % по хлор-иону (табл. 2.19).

Из данных химического анализа грунтовых вод следует, что к концу вегетации риса заметно некоторое понижение минерализации по всем скважинам, затем за осенне-зимний период к весне минерализация несколько возрастает. Исходная минерализация составляет 31–90 г/л, количество хлора 7–30 г/л. Качественный анализ показывает, что после двух лет рисосеяния, произошло опреснение грунтовой воды: по сульфату кальция на 95,4 %; по сульфату магния на 60,8 %;по сульфату натрия на 68 %; по хлористому натрию на 92,8 % и по углекислому натрию на 68 % от исходного содержания.

Уровень грунтовых вод в условиях Акдалинского массива был вскрыт на глубине 7,5 м. После первого года освоения уровень грунтовых вод повысился до отметки 4,7 м, после второго до 2,95 м и на третий год 1,87 м. С повышением уровня наблюдается повышение их минерализации. Так в первый год минерализация грунтовых вод повысилась с 0,427 до 7 г/л, во второй с 1 до 26,8 г/л (табл. 2.20).

Из вышеизложенного следует, что почти на всех рисосеющих массивах республики под затопляемой культурой риса происходит рассоление почвогрунтов на глубину 1–1,5м. Степень рассоления зависит от физико-химических свойств почв. Лучше всего рассоляются почвы лёгкого и среднего механического состава с хорошей фильтрационной способностью. Так значительное рассоление, наблюдаемое в течение 3-4-х лет, отмечено на Кзыл-Ординском и Кзыл-Кумском массивах долины реки Сыр-Дарьи. Почвы Акдалинского массива характеризуются такыровидностью, солонцеватостью, с тяжёлым механических составом и очень низкой фильтрационной способностью.

Эффект рассоления здесь поэтому значительно хуже. В связи с освоением значительно снизилась минерализация грунтовых вод на рисосеющих массивах долины Сыр-Дарьи, на Акдалинском массиве, наоборот, произошло резкое повышение минерализации грунтовых вод, что повлечет к вторичному засолению.

Однако, несмотря на ежегодный вынос солей под рисовыми полями в период вегетации, происходит интенсивное наращивание солей в целом на массивах окружающей территории.

Следовательно, в этом случае необходима коренная мелиорация земель на фоне развитой коллекторно-дренажной сети.

Таблица 2.19 Влияние затопляемой культуры риса на уровень и на химический состав грунтовой воды Кзыл-Ордынский массив

Дата	Глубина,	Сухой	Щелоч	ность					Na+K			
отбора проб	1 лубина, М	остаток $\Gamma/Л$	От норм карбонатов	общая	Cl'	$SO_4$	Ca"	Mg"	по разности			
15 мая	Перед возделыванием риса											
вариант 7	325	31,756	0,039	0,543	6,831	13,902	0,473	1,076	7,054			
			1,300	8,90	195,16	289,629	23,67	164,63	300,681			
15 мая	325	90,898	0,060	0,744	20,492	40,109	0,505	6,40	20,126			
вариант 5			2,000	12,200	585,48	835,598	25,248	533,368	876,662			
25 апреля	После первого года возделывания риса											
вариант 7	240	36,364	0,126	0,281	6,930	17,741	0,290	0,290	8,237			
			4,200	4,600	198,00	369,60	14,55	203,7	358,15			
25 апреля	240	100,334	0,060	0,560	22,099	46,076	0,582	6,111	24,476			
вариант 5			0,200	9,20	631,40	959,92	29,100	509,25	1064,17			
18 сентября				После втор	ого воздел	ывания рис	a					
вариант 7	220	8,61	_	0,356	0,657	5,074	0,428	0,595	1,365			
			_	5,84	18,786	105,71	21,40	49,60	59,336			
18 сентября	220	9,45	_	0,571	0,895	5,163	0,44	0,722	1,387			
вариант 5			_	9,36	25,575	107,570	22,0	60,20	60,305			
7 мая	Перед посевом люцерны											
вариант 7	260	8,454	0,036	0,305	0,419	5,285	0,108	0,962	1,499			
			1,200	5,60	11,972	110,097	5,423	57,681	65,165			

Таблица 2.20

# Минерализация грунтовых вод балансового севооборота (по выборочным скважинам), г/л, Кзыл-Ординского массива

No		До вег	тетации		Во время вегетации				После в	егетации		
скв.	1 год	2 год	3 год	4 год	1 год	2 год	3 год	4 год	1 год	2 год	3 год	4 год
3	5,330	1,040	_	1,552	3,276	6,490	1,494	_	4,538	6,708	0,944	_
7	_	3,438	l	1,090	3,116	2,044	2,272	1,520	3,678	2,696	_	_
14	34,476	28,372	26,940	30,720	41,638	46,264	35,028	36,764	_	41,180	35,274	34,396
15	_	18,332	16,176	10,312	_	16,884	16,786	10,869	20,352	17,180	13,228	12,278
18	17,860	10,378	10,070	7,840	16,070	9,904	8,560	8,112	15,954	17,438	8,830	_
22	4,764	28,784	33,906	23,326	2,400	38,864	33,756	23,008	1,990	40,486	36,218	27,156
34	_	18,956	_	18,484	18,704	17,136	_	19,700	18,538	18,558	_	17,126

## Глава 3. КОНСТРУКЦИЯ РИСОВОЙ КАРТЫ

#### 3.1. Состояние вопроса

Совершенствование конструкции рисовых систем имеет большое значение не только для строительства и эксплуатации их, но и для обеспечения выращивания высоких урожаев с/х культур.

Существующие конструкции рисовой оросительной системы — это завершение длительных поисков технического решения, соответствующего технологии производства риса в условиях социалистического сельского хозяйства и природным условиям в районах рисосеяния нашей страны.

В настоящее время ведутся работы по дальнейшему совершенствованию конструкций рисовых оросительных систем: изучаются естественно-исторические условия массивов орошения (в первую очередь гидрогеологические условия), что позволит более правильно, дифференцированно запроектировать сбросную и дренажную сеть каналов, улучшив мелиоративное состояние земель.

Конструкция карт по мере накопления производственного опыта и расширения технических возможностей непрерывно изменяется и улучшается. Так, например, если на первых картах краснодарского типа площадь чеков была порядка 0,1 га, то сейчас она достигает 4 и более га.

Конструкция рисовой карты с точки зрения современных требований должна обеспечить наиболее эффективное использование земельных и водных ресурсов, а также возможность повторного использования дренажно-сбросных вод с рисовых полей. Л.В. Скрипчинская рекомендует увеличить ширину карты с 200 до 400–600 м., что способствует улучшению работы механизмов при перекрестных обработках и повышает производительность труда. Такие междренные расстояния в поймах рек, имеющих мощный слой аллювиальных отложений, в условиях культуры затопляемого риса не только не ухудшают мелиоративного состояния земель, а наоборот, способствуют их улучшению.

С.О. Стась предлагает делать сброс-ороситель двухстороннего командования не с одного бока карты, а посередине, вдоль всей карты, причем без валов, чтобы вода выходила на карту в обе стороны. Он же рекомендует вдоль карт-чеков на засоленных землях делать глубокие дренажные каналы.

М.А. Андрюшин предлагает рисовую карту с двухсторонним затоплением и сбросом воды.

Стоимость строительства карт с двухсторонним затоплением и сбросом воды на 9-10~% выше по сравнению с картами одностороннего затопления и сброса воды.

Такие системы имеют следующие преимущества:

- затопление риса и полив сопутствующих ему в севообороте культур происходит почти в два раза быстрее, что сводит к минимуму процент «вымоченных» площадей при возделывании сопутствующих культур;
- просыхание почвы происходит с опережением на 5–8 суток, что позволяет раньше приступить к уборке риса и свести к минимуму потери зерна от осыпания. При этом прибавка урожая составляет 15 ц/га.
- Е.Б. Величко, Ф.И. Майстренко и И.В. Марковский предлагают карты-чеки универсального типа шириной 120 м, удобные для полива риса в период от восходов до кущения, внесения гербицидов, ядохимикатов и удобрений, а также полива культур рисового севооборота с помощью дождевального агрегата ДДА-100М.

Предлагаемый тип универсальной поливной карты в современных условиях в наибольшей степени отвечает требованиям орошения риса и культур – компонентов севооборота: люцерны и других кормовых культур в занятом пару.

Ширина карты «универсального» типа, считает А.П. Джулай, может быть увеличена до 200 м и при условии применения дождевальной машины ДМ-200. При этом коэффициент земельного использования будет выше, чем при карте краснодарского типа. При дальнейшем совершенствовании этого типа поливной карты, улучшении ее дренажа она может найти широкое применение и на засоленных землях.

В.А. Каледа предлагает «блочную» схему организации рисовых поливных карт и замену картовых оросителей ложбинами.

При «блочной» схеме поливная карта с широким фронтом залива чеков проектируется с оросителями-сбросами типа ложбин двухстороннего командования. Поливная карта размещается по уклону. Глубина оросителя сброса принимается 0,2–0,3 м, заложение откосов – 1:3 или 1:4. Продольные валики по границам карт проходимые, с заложение откосов 1:3 или 1:4. Ширина поливной карты назначается в пределах от 80–100 до 300–400 м. Длина поливной карты не ограничивается никакими требованиями. Карты собираются в «блоки».

На рисовой системе с картами новой конструкции, объединенными в блоки, полевые работы можно выполнять в двух направлениях, что значительно улучшает качество этих работ.

В Украинском институте инженеров водного хозяйства (А.Д. Обухов) разработана новая конструкция рисовой оросительной систему,

имеющая рисовую карту с каналами двойного действия. Ее отличительной особенностью является то, что вся внутриучастковая сеть каналов прокладывается в выемке глубиной 1,5 м сложного сечения, частично облицованной перфорированными сборными железобетонными лотками. Каналы одновременно выполняют функции как оросительных, так и сбросных (дренажных). Расстояние между картовыми оросителями — сбросами 120 м. При возделывании на такой системе культур, не требующих затопления слоем воды, в картовых каналах поддерживается низкий уровень воды, а полив ведется дождеванием с применением ДДА-100М. При необходимости, создать на прилегающей к каналам чеках — карт слой воды, когда они заняты рисом, в картовых каналах (через один) создается подпор. Горизонты воды в них поднимаются и каналы работают как обычные оросители двухстороннего командования с расстояниями между ними 240 м.

Такая система позволяет усиленно промывать засоленные почвы и эффективно регулировать глубину залегания грунтовых вод даже при слабой водопроницаемости почвогрунтов. Несмотря на снижение коэффициента использования оросительной воды, к.п.д. системы не снизится, так как неиспользованная растениями вода, фильтруясь сквозь почку, будет собираться в сбросы — оросители, откуда вновь может быть забрана дождевальными установками для полива.

Важным фактором, обеспечивающим эффективное использование орошаемых земель, является повышение коэффициента земельного использования. Снижать К.З.И. ради приспособления размеров карты к параметрам дождевальной машины нецелесообразно — с течением времени машины совершенствуются, габариты их меняются.

Применение поливных шлангов и гибких гидрантов, позволяющих машине ДДА-100М забирать воду в движении, облегчит решение этого вопроса. Для повышения К.З.И. и К.П.Д. рисовых систем в первую очередь систем, расположенных на землях с легким механическим составом грунтов, где каналы характеризуются большим заложением откосов, и значит, увеличенной полосой отчуждения, целесообразно переходить на строительство закрытых оросительных систем или систем в железобетонных лотках.

С.Г. Нусимович (Укрюжгипроводхоз) предлагает конструкцию оросительной сети, по которой вода подается насосной станцией по распределительному трубопроводу из железобетонных напорных труб диаметром 1000–1200 мм на севооборотный участок площадью 500–800 га, затем поступает непосредственно в картовые оросители из асбестоцементных труб диаметром 300–500 мм и из них в чеки. На во-

довыпуске в чек устанавливают гидравлический автомат для поддержания заданного уровня.

Картовый сброс-дрена состоит из неглубокого (0,7–1,0 м) открытого канала и закрытой дрены из асбестоцементных труб диаметром 200–250 мм, заложенной на глубине 2,0–2,5 м под одной из полевых дорог, идущих вдоль открытого канала.

При ширине поля 600–700–800 м сбросы-дрены располагаются через 300–350–400 м друг от друга. Карта имеет длину до 1 км, ширину в каждую сторону от напорного картового оросителя 150–200 м. Длину чеков (площадью 3–4 га) целесообразно принимать кратной ширине захвата дождевальной машины ДДА-100М, преимущественно 240 м, а на каждом чеке по два сооружения водовыпуска из картового трубопровода.

Продольными валиками чека служат проезд над картовым оросителем – трубопроводом шириной 3,0 м высотой 0,7–1,0 м и дороги вдоль сбросов-дрен. К.З.И. такой системы повышается до 0,95 (при совмещенной дрене-сбросе).

Стоимость системы с закрытой сетью рассмотренной конструкции на 7,5 % дороже, чем открытой. Полная стоимость строительства одного гектара системы закрытого типа (с учетом строительства насосных станция и других объектов) около 3,5 тыс.руб.

Кроме вышесказанных предложений по улучшению конструкций карты были внесены следующие:

- о замене постоянных поперечных валиков временными;
- о замене стационарных рисовых оросительных систем временными;
- об отказе от картовой сети и полива по цепочкам из двух трех чеков;
- о доведении ширины чеков до 300–400 м и разделении их временными валиками.

К сожалению, почти все вышесказанные предложения носят умозрительный характер. Пока нет ни одной публикации, в которой бы на основании двух — трех летних наблюдений и экспериментальных работ были приведены фактические данные об их стоимости, К.З.И., величине оросительных норм, производительности труда и урожая риса.

Между тем лишь достоверные фактические данные могут служить достаточным основанием для широкого внедрения в производство тех или иных нововведений.

Разнообразие природных условий в рисосеющих районах нашей страны не позволяет создать универсальную рисовую карту. Она должна быть дифференцирована с учетом природных особенностей

района и экономической эффективности возделывания риса и сопутствующих культур.

#### 3.2. Карта краснодарского типа

Вся территория рисового участка разбивается на севооборотные поля, которые делятся оросительными и сбросными каналами на поливные участки — карты — длиной от 600 до 1500 метров, шириной от 150 до 300 метров, площадью от 10 до 30 гектаров.

В настоящее время в рисосеющих зонах Казахстана применяются два основных типа рисовой карты: карта краснодарского типа и картачек широкого фронта подачи и сброса воды. Карта краснодарского типа, разделенная на спланированные чеки, является основной во всех зонах рисосеяния. Карта-чек широкого фронта затопления появилась сравнительно недавно, в Казахстане из-за специфических почвенногидрогеологических условий не находит широкого применения.

Карта краснодарского типа (ККТ) делится на чеки поперечными валиками. Чек — первоначальный элемент, из которого складываются рисовые карты. Количество чеков на карте зависит от рельефа и составляет от 3 до 6, площадь чека 2–6 га, но основная масса чеков площадью 2–3 га.

Между чеками имеются перепады по высоте называемые террасностью, величина которых зависит от уклона местности рельефа. Величина террасности местами составляет 100 и более сантиметров. Величине террасности и ее характеру в процессе проектирования рисовых систем не придавали особого значения. Между тем, как показала практика в последующие годы на построенных инженерных системах в Чимкентской, Кзыл-Ординской, Алма-Атинской области отмечаются случаи существенного снижения урожая риса и сопутствующих культур на низких чеках. Угнетение риса наблюдается лишь в том случае, если перепады высот относительных отметок двух смежных чеков превышают 20 см, при этом, чем больше перепады высот, тем на большей площади погибает рис.

Характерная особенность низких чеков рисовой карты — незначительная величина фильтрации с чеков. Так как картовые сбросы в течение оросительного периода заполнены водой, в то же время уровень воды в оросительном канале и верхнем соседнем чеке выше за счет чего появляется боковая фильтрация и подтопление низких чеков. По отношению к вышерасположенным чекам или оросителям низкие чеки служат дренами, на которых происходит вторичное засоление почвы, что является одним из недостатков в конструкции рисовой карты.

Чековые валики имеют следующие размеры: высота валика, от поверхности верхнего чека -45 см, ширина валика по верху -40 см, заложение откосов m=2,0-3,0 в зависимости от грунтов и высоты перепада между смежными чеками.

Вдоль длинной стороны карты с одной стороны проходит картовый ороситель, с другой — картовый сброс. На карту воду подает картовый ороситель, который доходит до крайнего чека. Вода из чеков сбрасывается в картовый сброс, который начинается с конца первого чека.

От картовых сбросов вода через систему дрен – собирателей и коллекторов отводится в водоприемник.

В совхозах Кзыл-Кумского и Кзыл-Ординского массивов существует две схемы расположения оросительных и дренажно-сбросных каналов на картах краснодарского типа.

- 1. Ороситель и сброс находятся рядом каналы одностороннего командования.
- 2. Ороситель находится между картовыми сбросами каналы двух-стороннего командования.

При расположении оросителя рядом со сбросом значительно увеличивается фильтрация из оросителя, пресные фильтрационные воды отводятся в сброс, минуя засоленные почвогрунты рисового поля. Горизонты воды в оросителе увеличивают гидродинамический напор на откос сброса, что ведет к его интенсивному оплыванию. Кроме того, при таком расположении уменьшается коэффициент использования земли, увеличивается протяженность каналов, что связано с дополнительными затратами на их строительство и эксплуатацию. Из вышеизложенного следует, что наиболее рациональным является размещение картовых оросителей в центральной части междренного расстояния. Схема двухстороннего командования в общем экономичнее и удобнее в эксплуатации, так как при этом почти вдвое сокращается протяженность каналов и сооружений на них, что дает снижение стоимости, по сравнению с односторонним командованием на 25–30 %.

Исследования таких вопросов как, разработка рационального режима орошения и техники полива риса и сопутствующих культур, установление оросительной нормы и составляющих водного баланса, гидромодуля подачи воды, динамики солевого режима почвогрунтов и грунтовых вод, конструкции дренажа и других вопросов выполнены на рисовых системах краснодарского типа.

#### 3.3. Карта-чек широкого фронта затопления и сброса

Наряду с указанными конструкциями на Кзыл-Кумском и на левобережном Кзыл-Ординском массивах имеются карты-чеки широкого фронта затопления и сброса (КЧШФ). Рисовую карту-чек с широким фронтом затопления и сброса длинной стороной располагают вдоль горизонталей.

Карта-чек широкого фронта затопления и сброса, в отличие от карты краснодарского типа, представляет собой большой чек, площадью 12–16 га, по длине которого с одной стороны проходит канал, выполняющий одновременно функции оросительного и сбросного, на противоположной стороне – ограждающий валик и дорога.

По таким показателям, как коэффициент земельного использования, производительность труда поливальщиков и сельскохозяйственной техники, количество водовыпусков на один гектар — карты-чеки явно превосходят карты краснодарского типа.

По топографическим условиям в Кзыл-Ординской области КЧШФ разбивается на два-три чека (площадью 4–6 га), в месте примыкания поперечных валиков к оросителю – сбросу на последнем ставятся подпорные сооружения.

Нами выполнялись полевые работы по обследованию КЧШФ затопления и сброса на Кзыл-Кумской рисовой системе, где они построены на площади более 2400 га.

На территории Кзыл-Кумского массива распространены луговосероземные почвы, характерной особенностью которых является слоистость и неоднородность по механическому составу. Почвы обследованных карто-чеков широкого фронта затопления и сброса характерны для всего массива орошения. С поверхности залегают суглинки, супеси, встречаются прослойки глины, подстилающими породами служат мелкозернистые пески.

В «Постановлении Всесоюзной научно-технической конференции по прогрессивным методам строительства оросительных рисовых систем и возделывания риса», разработанном государственным комитетом по орошению, земледелию и водному хозяйству, сказано: «Рекомендовать к опытной проверке на незасоленных землях строительство карт — чеков в различных районах рисосеяния, используя опыт возделывания риса на карте-чеке хозяйств Славянского производственного управления Краснодарского края». При устройстве карт широкого фронта залива и сброса необходимо учесть климатические, почвенные, геологические, гидрогеологические и рельефные условия района расположения рисовой оросительной системы, которые определяют схему ее раз-

мещения в плане и компоновку по отношению к естественным элементам рельефа и водотокам.

Проектирование и строительство карт – чеков на Кзыл-Кумском массиве не всегда выполнялись с учетом выше изложенных требований. Имеются случаи, когда карты – чеки построены на тяжелых почвах с маловодопроницаемыми грунтами, которые подтапливаются грунтовыми водами выше расположенных участков рисовых полей и оросительными каналами.

В совхозе «50 лет Октября», на втором агроучастке карты – чеки запроектированы и построены на низких элементах микрорельефа на площади более 1200 га. После двух лет возделывания риса, при выращивании сопутствующих культур – люцерны, на этих полях произошло прогрессирующее засоление почвы, снижение урожайности и выпадение их из сельскохозяйственного оборота.

В настоящее время на этих полях карты – чеки переделываются на карты краснодарского типа.

На картах широкого фронта нет перепада между горизонтами воды в оросителе – сбросе, что имеет место на картах краснодарского типа с чековым делением, когда имеется картовый ороситель для подачи воды на чеки и картовый сброс, осуществляющий отвод сбросных и дренажных минерализованных вод. В таких случаях под картами – чеками нет никакого движения грунтовых вод, и до начала осеннего сброса грунтовые воды имеют застойный характер. Движение грунтовых вод на картах широкого фронта имеет место от вышерасположенных карт к нижерасположенным и от ранее затопленных карт к позднозатопленным. Осенью грунтовые воды движутся от залитых карт к картам, с которых сбросили воду.

Эксплуатация оросителей – сбросов показала, что в большинстве случаев они заплывают, но даже проектная глубина ОС, равная 1,2 м, не способствует сколько-нибудь заметному увеличению дренированности территории, и на осущение рисового поля почти никакого влияния не оказывает. Заглубление ОС в более водопроницаемые, пористые, мелкозернистые грунты (на Кзыл-Кумском массиве они залегают на глубине 1,5–2,0 м.) приводит к большим непроизводительным затратам поливной воды на фильтрацию и способствует заиливанию ОС. Анализ профилей каналов ОС показывает, что откосы оплывают,

вызывая его заиление, зарастают камышом и сорной растительностью. Деформация ОС определялась при нивелировании поперечников

через 50 м, осенью после уборки риса. Полученный профиль сравнивается с фактическим исполнением (проектным) рис. 3.1.

Деформация поперечного сечения оросителей – сбросов (ОС) зависит от механического состава почвогрунта, там, где преобладают су-

песчаные грунты и у подошвы откосов залегают мелкозернистые пески, обрушение откосов и заиление каналов составляет 70–100 см (рис. 3.1). Где покровные отложения состоят из суглинков с постоянным коэффициентом фильтрации по высоте откоса обрушение и заиление ОС незначительное 10–20 см (профиль).

Наиболее интенсивно откосы оплывают в первый год возделывания риса, на второй и последующие годы процесс обрушения замедляется. Это объясняется тем, что после первого года обрушения откосы каналов принимают новое, более устойчивое положение и зарастают камышом. В связи с большой пестротой грунтов по трассам каналов обрушение откосов часто неравномерное по длине ОС.

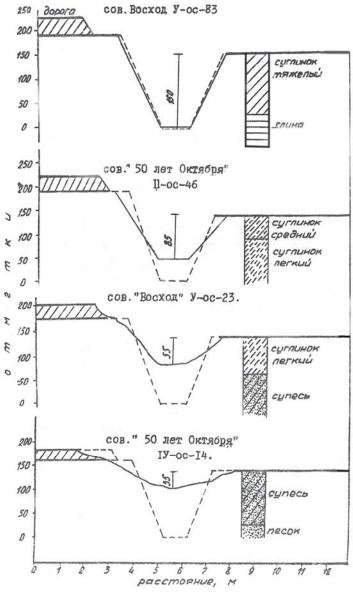


Рис. 3.1. Поперечные профили оросителей-сбросов на картах-чеках Кзыл-Кумского массива
- – - профиль строительный; ---- после шести лет эксплуатации

Дренажное действие заилившихся ОС незначительное, их дренажный модуль не превышает  $0.1-0.2~\text{п/c}\cdot\text{гa}$ . Такой дренажный сток не обеспечивает снижения уровня грунтовых вод в период осущения рисовых карт для механизированной уборки риса. Особенно это относится к участкам, расположенным на пониженных элементах рельефа, где естественная дренированность территории очень низка. Контрольная нивелировка поверхности почвы 138 карты, системы  $Y-\Gamma-7-1$  совхоза «Восход» свидетельствует о низком качестве планировочных работ. Проект планировки карты, площадью 12 га под горизонтальную плоскость по TY-1965 г. Составил: объем срезки — 20215 , подсыпки — 18731 , объем земляных работ на один гектар — 1690 (абс. отметка 232,50).

Материалы нивелировки карто-чека после выполненных строительных работ показали, что на площади 2,0 га средняя отметка завышена относительно проектной на 11,2 см, а на площади 1,2 га занижена на 12,3 см. Максимальная амплитуда отметок поверхности карто-чека составляет 37 см. Объем срезки превышает над насыпью на 35 % вместо 10 % допустимых ТУ – 1965 г. Выравнивание требуется в объеме 188 м³/га.

Вторая контрольная нивелировка после уборки риса показала, что средняя отметка на площади 1,8 га завышена на 11,5 см, а на площади 1,35 га занижена на 12,6 см. Максимальная амплитуда отметок карточека составляет 32 см. Объем срезки превышает над насыпью на 18 %. Эксплуатационное выравнивание требуется в объеме 166 м³/га.

Нивелировка через 5 лет после уборки риса показала, что допустимые отклонения +5 см составляют 78 % площади, на остальной площади (2,7 га) среднее отклонение 7,5 см. На площади 1,4 га занижена на 7,9 см. Максимальная амплитуда отметок поверхности карто-чека — 30 см. Объем срезки превышает над насыпью на 20 %. Эксплуатационное выравнивание требуется в объеме 100 м³/га.

Данные нивелировки свидетельствуют о том, что за истекший период на карто-чеке производилось эксплуатационное выравнивание, площадь со средними отметками больше 5 см. уменьшилась с 3,2 га до 2,7 га, а средние отметки с 11,6 до 8,2 см.

Строительная планировка карто-чека площадью 12 га выполнена с отклонением больше 5 см на площади 3,2 га, что составляет 2,7 %. После пяти лет эксплуатации и эксплуатационного выравнивания площадь с отметками больше 5 см составляет 2,7 га или 22 %.

Объемы работ по планировке 138 карто-чека системы У-Г-7-1
совхоза «Восход»

	Срез	ка	Нась	ШР	Средняя	Средняя
	площадь, га	объем,	пло- щадь, га	объем,	отметка срезки, см	отметка подсып- ки, см
Май, после капитальной планировки, перед поливом риса	2,0	2256	1,2	1478	11,2	12,3
Октябрь после уборки риса	1,8	2080	1,35	1701	11,5	12,6
Октябрь, через 5 лет после уборки риса	1,4	1215	1,3	1030	8,6	7,9

Аллювиальные лугово-сероземные почвы Кзыл-Кумского массива при затоплении водой уплотняются, величина усадки с поверхности составляет 2—3 см. Данные нивелировки У-68 г. и X-68 г. показывают, что за счет усадки площадь с отметками выше 5 см относительно проектной плоскости уменьшилась на 0,2 га, а с отметками ниже 5 см увеличилась на 0,15 га. Соответственно уменьшился объем срезки на 176 и увеличилась подсыпка на 223.

Почвы 138 карты системы У-Г-7–1 совхоза «Восход» характеризуется следующими воднофизическими свойствами: объемная масса 1,3-1,5 г/л, плотность -2,6-2,7 г/л, порозность 48-50 %, полная влагоемкость -29-31 % к весу сухой почвы, коэффициент фильтрации -0,08-0,11 м/сут. Мелкозернистые пески с коэффициентом фильтрации 12 м/сутки залегают на глубине 2,8 м.

Рис на карто-чеке возделывался при укороченном затоплении, сорт риса УзРОС-269, агротехника выполнялась согласно рекомендациям УзНИИриса и КазНИИриса.

После посева риса, первоначальное затопление площади карты – производилось за 18–20 ч, скорость затопления составляла 0,75–0,8 га/ч, расход воды – 350–360 л/с. Смыв семян с посевной площади, разрушение откосов ОС и размыв нижнего бъефа водовыпуска при первоначальном и последующих затоплениях карты чека не наблюдались.

Всходы риса получались по  $320-340~\rm mt/m^2$ , но в силу плохого качества планировочных работ, в период от всходов до кущения наблюдалась значительная гибель растений. В период уборки густота стояния

растений риса не превышала 100-120 растений на  $1 \text{ м}^2$ , что является причиной относительно низкого урожая риса -36,0-42,6 ц/га (табл. 3.2).

Из-за плохого качества планировочных работ, отдельные участки в период поддержания слоя воды не затапливались, в то время как на соседних участках слой воды превышал допустимый в 2 и более раза. На не затопленных участках развивалась сорная растительность, а на участках с большим слоем воды всходы риса погибали, все это сказывалось на снижении урожая риса.

Таблица 3.2

	Подача			Уро-		
Годы	подача воды, м <sup>3</sup> /га	насыщение	Испарение и транспира-	фильтра- ция	итого	жай риса,
	/		<b>РИЙ</b>	1		ц/га
В первый						
год ороше-	24100	4000	7830	11880	23710	36,0
<b>РИН</b>						
Через 5 лет	22600	3500	9800	8950	22250	42,6

Оросительная норма в первый год посева риса была равна  $23710 \,\mathrm{m}^3/\mathrm{гa}$ , ее составляющие элементы: насыщение почвогрунта — 4000, суммарное водопотребление — 7830, фильтрация —  $11880 \,\mathrm{m}^3/\mathrm{ra}$ . В последующие годы оросительная норма уменьшилась до  $22250 \,\mathrm{m}^3/\mathrm{ra}$ , за счет сокращения расходов воды на насыщение почвогрунта и фильтрацию. Почвы карты-чека по количеству солей относятся к слабосолончаковатым. Исходное содержание солей весной в  $0-100 \,\mathrm{cm}$  слое почвы составляло  $0,196 \,\%$ . В  $20-40 \,\mathrm{cm}$  слое почвы отмечалось наибольшее количество солей —  $0,273 \,\%$ , на них ионов хлора —  $0,004 \,\%$ , сульфата —  $0,161 \,\%$ .

В результате орошения риса, осенью общее количество солей в 0–100 см уменьшилось с 0,1996 до 0,149 %. Несмотря на некоторое увеличение ионов хлора и щелостности почвы, карты-чеки после одного года возделывания риса остались слабозасоленными, а количественный состав солей практически безвредным для растений (табл. 3.3).

После уборки риса через 5 лет количество солей в почвенном профиле увеличилось почти в два раза. Содержание солей в 0-100 см слое почвы стало равным 0.377~% ионов хлора 0.071~%.

По содержанию общего количества солей почвы стали среднесолончаковатыми, а по хлор иону опасными для роста растений. Увеличение солей произошло по всему почвенному профилю (рис.3.2).

Таблица 3.3 Динамика содержания солей на 138 карто-чеке системы У-Г-7-I, %

Глубина, см	HCO <sub>3</sub> '	Cl	SO <sub>4</sub> "	Ca <sup>"</sup>	Mg <sup>"</sup>	Na <sup>'</sup>	Сухой оста- ток, %	
		Bed	сной перед	затоплени	ем			
0-20	0,16	0,003	0,131	0,019	0,012	0,047	0,226	
20-40	0,012	0,004	0,161	0,020	0,011	0,060	0,273	
40-60	0,012	0,004	0,108	0,020	0,012	0,034	0,197	
60-80	0,012	0,007	0,108	0,020	0,007	0,034	0,196	
80-100	0,013	0,007	0,048	0,016	0,006	0,010	0,089	
	Осенью после уборки урожая							
0-20	0,027	0,014	0,068	0,016	0,006	0,024	0,155	
20-40	0,018	0,017	0,092	0,023	0,007	0,022	0,179	
40-60	0,021	0,015	0,064	0,010	0,004	0,017	0,106	
60-80	0,021	0,015	0,064	0,010	0,004	0,028	0,142	
80-100	0,023	0,013	0,076	0,008	0,004	0,039	0,163	
	·	Осень по	сле уборки	урожая че	ерез 5 лет			
0-20	0,022	0,087	0,156	0,005	0,013	0,077	0,360	
20-40	0,023	0,074	0,168	0,004	0,012	0,064	0,345	
40-60	0,024	0,093	0,224	0,005	0,022	0,082	0,450	
60-80	0,026	0,069	0,264	0,005	0,028	0,071	0,463	
80-100	0,029	0,045	0,120	0,018	0,013	0,051	0,276	

## Содержание солей, %

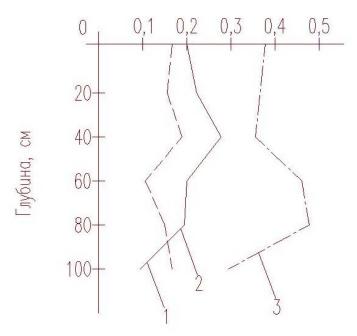


Рис. 3.2. Динамика солей в почве на карто-чеке Кзыл-Кумского массива: 1 — до орошения; 2 — после 1-го года возделывания риса; 3 — через 5 лет возделывания риса

Исходная минерализация грунтовых вод весной была 2.7 г/л, уровень от поверхности земли -3.2 м осенью через 5 лет возделывания риса уровень грунтовых вод стал равным 1.6 м, минерализация -3.6 г/л. По химическому составу грунтовые воды изменились от гидрокарбонатно-сульфатно-натриевого к сульфатно-хлоридно-натриевому типу.

На Кзыл-Кумской рисовой системе на карто-чеках широкого фронта затопления и сброса даже в условиях хорошей естественной дренированности территории, где за оросительный период риса инфильтрация составляет 8–10 тыс. м³/га, наблюдается подъем уровня грунтовых вод и увеличение минерализации и количества солей в почвенном профиле.

Наряду с рядом существенных преимуществ карты широкого фронта затопления и сброса перед картой краснодарского типа, в условиях аридной зоны юга Казахстана, где рис возделывается на аллювиальных, лугово-сероземных почвах с большой пестротой по механическому составу, на карто-чеках наблюдается ухудшение мелиоративного состояния земель; происходит обрушение откосов и заиление ОС, подъем уровня грунтовых вод. Ороситель-сброс в летний сильно зарастает камышом, люцерна в севообороте не поливается, развивается плохо, урожай составляет 10–13 ц/га. Все это приводит к вторичному засолению земель, к снижению урожая риса и выпаду земель из сельхозосвоения.

Для широкого внедрения карт-чеков в зонах рисосеяния Казахстана необходимо кроме ОС иметь на системе дополнительную дренажную сеть, которая обеспечивала бы понижение (в межполивной период) уровня грунтовых вод на глубину 1,5–2,0 м и отвод минерализованных грунтовых вод за пределы орошаемого участка. Работы в этом плане институтом начаты и в ближайшее время 2–3 года, на основании экспериментальной и производственной проверки будут разработаны предложения к проектированию и строительству карт-чеков.

#### Глава 4. КОНСТРУКЦИЯ ДРЕНАЖА

## 4.1. Открытая дренажно-сбросная сеть

На рисовых системах Казахстана дренаж выполнен в виде открытых каналов в земляном русле, глубина которых изменяется от 1,5 до 3,0 м.

Построенный дренаж на рисовых системах не всегда справляется с задачей мелиорации орошаемых земель. Это объясняется многими факторами, основными из которых являются:

- Недостаточная естественная дренированность, обусловленная геологическим и литологическим строением;
  - Относительно слабый подземный отток за пределы массива;
- Не вполне удовлетворительная дренирующая способность открытой дренажно-сбросной сети из-за оплывания откосов и заиления дрен и коллекторов.

Эксплуатация рисовой системы, построенной по краснодарскому типу, показывает, что из-за специфических почвенных и гидрогеологических условий на Кзыл-Кумском и Акдалинском массивах в первый год наблюдается оплывание и обрушение откосов на дренажносбросных каналах. В местах сильного оплывания и обрушения откосов выходят из строя дороги, идущие вдоль дрен, и гидротехнические сооружения на каналах.

Оплывание и обрушение откосов происходит особенно интенсивно в период затопления рисовых чеков и отсутствия воды в каналах коллекторно-дренажной сети.

Наиболее интенсивно откосы каналов оплывают в первый год орошения риса, на второй год эти процессы замедляются. Это объясняется тем, что после первого года обрушения, откосы каналов принимают новое более устойчивое положение и к тому же на второй год наблюдается частичное зарастание профилей каналов камышом и травой. Зарастание каналов влияет на пропускную способность, способствует стабилизации откосов коллекторов и дрен.

Механизированная очистка с доведением сечения открытых дрен до проектных отметок желаемого эффекта не дает; сразу же после затопления рисовых полей вновь очищенные картовые сбросы заиливаются на  $85-90~\rm cm$ .

В связи с оплыванием и заилением картовых сбросов, дренособирателей и коллекторов дренажный модуль их незначителен. Так при оплывании картового сброса его дренажный модуль уменьшается с 0,36-0,40 л/с·га до 0,20-0,22 л/с·га.

Дренажный сток по сбросной сети, являющийся частью боковой фильтрации, изменяется как по годам, так и в период орошения (табл. 4.1).

Таблица 4.1 Дренажный сток по сбросной сети на Кзыл-Кумском массиве

Год освоения	Интенсивность, л/с·га	Объем, м <sup>3</sup> /га
Первый год	0,39	4590
Второй год	0,34	3810
Третий год	0,20	2440

Зона активного действия дренажно-сбросной сети, где наблюдается кривая спада уровня грунтовых вод в период орошения к дрене, находится в пределах  $35{-}40~\mathrm{M}$ .

По исследованиям В.С. Буруменского для условий Левобережного Кзыл-Ординского массива дренированность рисовых карт в картовые коллектора составляет  $0.26~\rm n/c\cdot ra$ , в сборные  $-0.22~\rm n/c\cdot ra$ , общий модуль чистого дренажного стока рисовой карты равен  $0.48~\rm n/c\cdot ra$ .

На участках со слабой естественной дренированностью, такой дренажный сток не обеспечивает снижение уровня грунтовых вод в период осущения рисовых чеков для проведения механизированной уборки риса. При выращивании сопутствующих культур, такая дрена не обеспечивает поддержание уровня грунтовых вод на необходимой глубине, при которой не наблюдалось бы вторичное засоление и выпада люцерны при поливах. В этой связи ухудшается мелиоративное состояние орошаемых земель, снижается урожай риса и сопутствующих культур.

Кроме гидродинамического давления на обрушение откосов оказывают влияние резкие колебания воды в коллекторно-дренажной сети, вызванные несоблюдением режима орошения риса и неоправданно большими сбросами воды из чеков (рис.4.1).

Расход воды по дренажно-сбросным каналам в период орошения риса значительно превышает проектный. Расход воды по первичным дренам в период поддержания слоя воды на рисовых чеках равен 80-100 л/с, в дренособирателях — 300-600 л/с, а с единицы площади — 4-5 л/с·га, из них дренажный модуль — 0,4-0,6 л/с·га. Сравнение удельных расходов с дренажным модулем показывает, что основная часть воды, которая идет по дренажно-сбросной сети — поверхностные сбросы. Они увеличивают оросительную норму и резко снижают дренажное действие каналов.

В итоге коллекторно-дренажная сеть выполняет не роль дренажа, а служит для пропуска сбросных (транзитных) расходов с рисовых полей в водоприемник р. Сыр-Дарьи. Причем сбрасываются слабоминерализованные воды  $(1,5-2,0\ г/\pi)$ , которые можно эффективно использовать для полива риса.

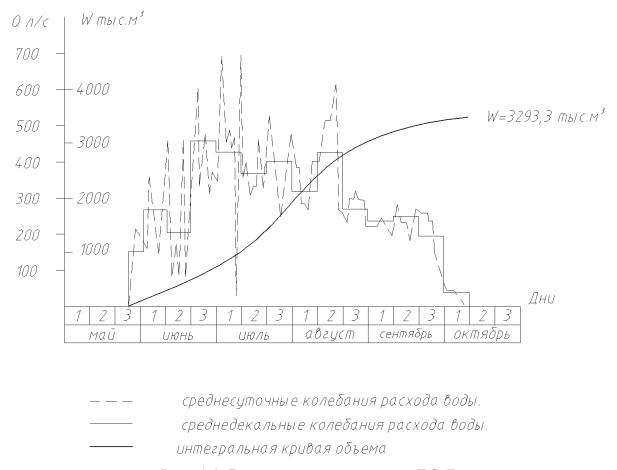


Рис. 4.1. Расходы воды по дрене ДС-7

Для уменьшения деформации откосов необходимо, чтобы водоотводящая сеть работала на постоянном режиме, с начала затопления рисовых полей.

При существующей глубине картовых сбросов 1,6–1,8 м, глубина коллекторов и дренособирателей в условиях малых уклонов (0,0002–0,0003) достигает 3–4 м. Обследование состояния существующих открытых коллекторов показало, что глубина их не обеспечивает оттока воды от дрен из-за подпора. Углубление коллекторов в несвязных грунтах приводит к уширению их сечения за счет оползания откосов.

Заглубление коллекторно-дренажной сети не дает нужного мелиоративного эффекта, так как нет условий командования. Горизонт воды в реке Сыр-Дарье держит дренажно-сбросную сеть в подпоре.

По исследованиям Буруменского В.С. увеличение глубины заложения картовых сбросов даже в 2 раза не ведет к сколько-нибудь заметному увеличению их рассоляющего действия.

Следовательно, для поддержания системы в рабочем состоянии необходима хорошо работающая дренажно-сбросная сеть, обеспечиваю-

щая рассоление почвогрунтов и отвод дренажных и грунтовых вод с орошаемой территории.

### 4.2. Закрытый горизонтальный дренаж

Институтом «Союзгипрорис» был составлен проект, по которому построен опытный участок на Кзыл-Кумском массиве по изучению работы закрытого горизонтального дренажа на рисовой системе.

На территории опытного участка распространены лугово-сероземные почвы, характерной особенностью которых является слоистость и неоднородность по механическому составу. Сущность суглинистого слоя изменяется от 80 до 300 см и более, встречаются прослойки глины, легкого суглинка, супеси, подстилающими породами служат мелкозернистые пески. Объемный вес почв в двухметровом слое почвы колеблется в пределах 1,34–1,53 г/см<sup>3</sup>. Предельная полевая влагоемкость, в связи с большой пестротой механического состава почв, изменяется в широких пределах от 19 до 28 % к весу сухой почвы. Коэффициент фильтрации с поверхности почвы 0,21 м/сут, а с глубины 110 см – 3,75 м/сут. Опытный участок расположен на второй надпойменной террасе, сложенной аллювиально-луговыми сероземами, составляющими более 80 % территории всего Кзыл-Кумского массива и размещается в рисовхозе «Комсомольский» на системе І-Г-8 (рис. 4.2).

Закрытый дренаж является наиболее эффективным средством осущения земель. Закрытый дренаж позволяет значительно сократить потери площади, повысить К.З.И., создает благоприятные условия для сельскохозяйственных работ, способствует более интенсивному ведению хозяйства, предотвращает засоление и заболачивание земель с существующими культурами и является необходимым мероприятием в условиях оплывания откосов открытой дренажно-сбросной сети.

На опытном участке были запроектированы и построены следующие типы закрытого дренажа.

- 1. Закрытый горизонтальный дренаж из керамических канализационных труб вдоль рисовых карт с междренным расстоянием 100, 200, 600 м.
- 2. Закрытый горизонтальный дренаж из асбестоцементных труб с междренным расстоянием 150 м, построенный по середине вдоль рисовой карты.
- 3. Закрытый горизонтальный дренаж из асбестоцементных труб с междренным расстоянием 150 и 200 м, построенный под чековыми валиками поперек рисовой карты.

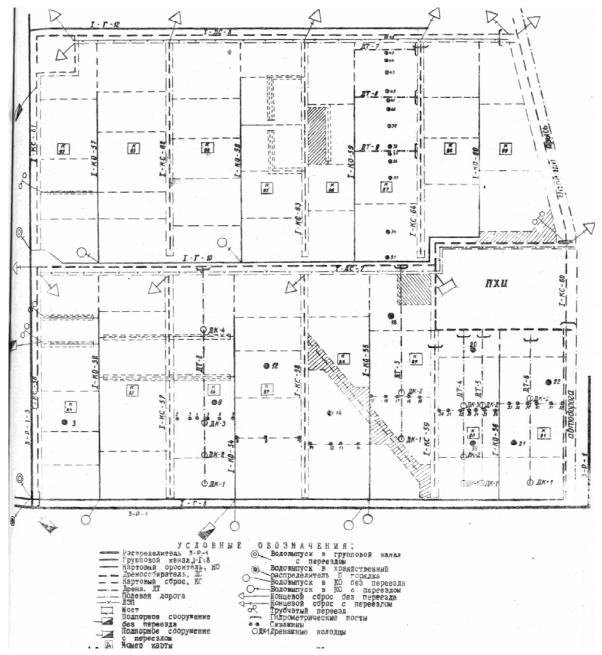


Рис. 4.2. Варианты исследования дренажа на 4-5 поле 1-го агроучастка рисосовхоза «Комсомольский»

Дрены на опытном участке запроектированы и построены в соответствии с техническими указаниями Минмелиоводхоза 1968 г.

Дрены ДТ-2, ДТ-3, ДТ-4 и ДТ-5 выполнены из керамических раструбных канализационных труб внутренним диаметром 200 мм, длиной 1200 мм (рис. 4.3).

Вода в дрену попадает через зазоры в верхней части раструба ( щель  $18-20~\rm mm$  на  $2/3~\rm okpyжности$ ), которые заделаны стекловатой.

Дрена ДТ-6 выполнена из асбестоцементных труб диаметром 195 мм, длиной 4000 мм с дырчатой перфорацией. Отверстия выполнены в шахматном порядке на 1/3 длины окружности трубы, количество отверстий 30 шт на 1 м.п., диаметр 7–8 мм (рис. 4.4).

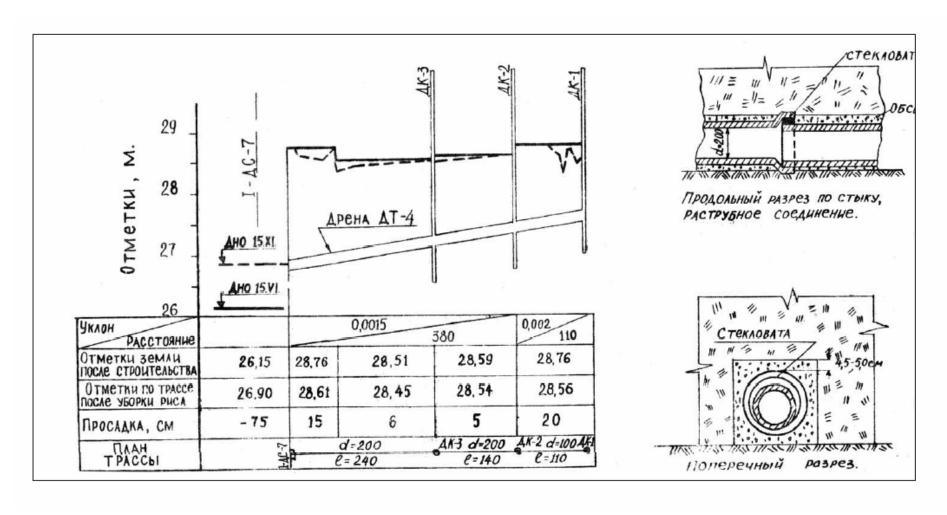


Рис. 4.3. Продольный профиль и разрезы по горизонтальному дренажу ДТ-4 из керамических канализационных труб

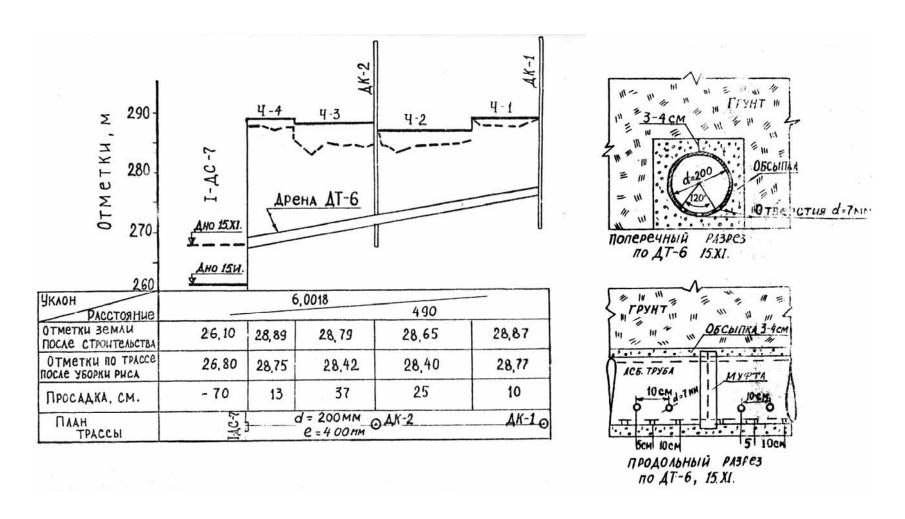


Рис. 4.4. Продольный профиль и разрезы по горизонтальному дренажу ДТ-6 из асб.трубы диам.=200 мм с перфорацией

Дрены оборудованы смотровыми колодцами. Смотровые колодцы представляют собой бетонные трубы диаметром 1,0 м, установленные на бетонных плитах.

Дрены ДТ-2, ДТ-3, ДТ-4, ДТ-5 и ДТ-6 уложены по длине рисовых карт, с уклоном 0,001-0,0018, берут начало в 40-50 м от группового оросителя  $1-\Gamma-8$  и впадают в дренособиратель 1-ДС-7.

Глубина заложения дрен в начале 1,0–1,2 м, в устье 1,9–2,0. Устьевые участки длиной 16–20 м выполнены из асбестоцементных труб без перфорации. Выход устьевых участков от закрытых дрен выше максимального уровня воды в дренособирателе 1-ДС-7 на 10 см. В месте выхода дрен на откос 1-ДС-7 уложены плиты и блоки ВЧСП.

Был также построен и исследован закрытый горизонтальный дренаж под чековыми валиками ДТ-7, ДТ-8, ДТ-9.

Дрены уложены поперек рисовых карт, берут начало в 30–40 м от картового оросителя и впадают в картовый сброс 1-КС-64. Глубина заложения дрен в начале 1,4–1,5 м, в устье 1,70–1,80 м, дрены уложены с уклоном 0,0015–0,0020, длина дрен 140 м. Расстояние между дренами 200 м.

Дрены ДТ-7, ДТ-8, ДТ-9, выполнены из асбестоцементных труб диаметром 195 мм с дырчатой перфорацией. Перфорация труб аналогична дрене ДТ-6.

Фильтрующая обсыпка по всем дренам сплошная. В качестве материала фильтра на дренах ДТ-2, ДТ-3, ДТ-4, ДТ-5 и ДТ-6 применен беговатский шагал с диаметром частиц Д50=6,0 мм, Д60=7,0 мм и Д10=0,13 мм и коэффициентом неоднородности  $K_{\rm H}$ =54,0. Коэффициент фильтрации обсыпки 30–35 м/сут.

На дренах ДТ-7, ДТ-8, ДТ-9 применен двухслойный фильтр:

Первый слой — стекловата, второй слой — Беговатский шагал. Форма фильтрующей обсыпки в поперечном сечении дрены выполнены трапецеидальной. Рытье траншей под закрытый дренаж выполнялось экскаватором драглайном. Укладка труб, подстилающего слоя фильтра, стекловаты и присыпка фильтрующего материала выполнялись в ручную. Обратная засыпка траншей грунтом производилась бульдозером.

Исследованиями установлено, что расход воды в дренах в период поддержания слоя воды на рисовых чеках не зависит от междренного расстояния, а зависит от длины дрены. Конструкции дренажа и от того, как он выполнен вдоль рисовых карт или под чековыми валиками, поперек карт. Для дрен ДТ-2, ДТ-4, ДТ-5, выполненных из керамических раструбных канализационных труб и построенного вдоль рисовых карт, средний расход за оросительный период составил 2,87–2,96 м³/сут 1 п.м. (табл. 4.2).

Таблица 4.2 Расход воды по закрытым дренам опытного поля в период поддержания слоя воды на рисовых чеках

Дрены							200221	10100							
Месяцы	Декады	Д	$\Gamma$ –2	Д	Г–3	Д	$\Gamma$ –4	Д	Γ–5	Д	$\Gamma$ –7	ДТ	Γ–8	Д	Γ–9
		л/с	${ m M}^{3}/{ m cyr} \ 1 \ { m M.H.}$	л/с	$ m M^3/cyr~1~m.n.$	л/с	м <sup>3</sup> /сут. 1 м.п.	л/с	м³/сут 1 м.п.	л/с	$ m M^{3}/cyr~1~M.H.$	л/с	м <sup>3</sup> /сут. 1 м.п.	л/с	м³/сут. 1 м.п.
Май	III декада	20,70	2,75	6,90	1,18	14,30	2,75	10,20	1,96	_		_		_	_
	I декада	20,80	3,17	8,05	1,37	8,60	1,65	12,60	2,42	_	_	_	_	_	_
	II декада	23,90	3,19	5,32	0,90	9,35	1,79	12,80	2,46	_	_	_		_	_
Июнь	III декада	22,90	3,04	8,71	1,48	17,10	3,29	16,41	3,16	_	_	_		_	_
	Средне- месячный	23,50	3,12	7,36	1,25	11,50	2,25	14,00	2,69	_		_	_	_	_
	I декада	19,50	2,59	8,44	1,43	19,48	3,74	18,99	3,64	_	ı	_	_	_	_
		26,20	3,59	9,25	1,57	18,80	3,63	19,50	3,75	7,95	1,53	1,70	1,05	0,44	0,272
Июль	III декада	24,10	3,21	9,20	1,56	17,00	3,27	19,00	3,65	9,75	1,88	2,21	1,37	0,65	0,420
	Средне- месячный	22,60	3,01	8,94	1,52	18,40	3,54	19,50	3,74	8,85	1,70	1,95	1,21	0,54	0,332
	I декада	16,00	2,13	8,15	1,38	18,80	3,63	19,20	3,69	5,87	1,13	2,78	1,72	0,71	0,435
		28,40	3,79	8,56	1,46	17,10	3,29	16,90	3,24	6,00	1,15	2,68	1,66	0,75	0,465
Август	III декада	27,80	3,70	8,55	1,45	18,40	3,54	17,80	3,41	6,50	1,25	2,51	1,55	0,75	0,465
	Средне- месячный	24,10	3,20	8,42	1,43	18,10	3,48	18,00	3,46	6,10	1,17	2,66	1,64	0,74	0,458
ачокі	I декада	19,70	2,62	7,55	1,28	15,20	3,92	16,10	3,01	8,80	1,69	2,48	1,53	0,82	0,508
	II декада	17,80	2,37	7,60	1,29	16,0	3,08	13,30	2,56	7,93	1,52	2,36	1,46	0,79	0,490
		14,50	1,93	6,10	1,04	12,40	2,38	11,80	2,27	6,65	1,28	1,70	1,05	0,53	0,328
	Средне- месячный	17,40	2,31	7,10	1,21	14,50	2,79	13,70	2,64	7,80	1,50	2,18	1,35	0,71	0,439

Расход в устье дрены ДТ-2 был равен 21,66 л/с, дрен ДТ-4 и ДТ-5 составил 1,94 м $^3$ /с 1 п.м, а в устье 7,56 л/с. Дрены ДТ-7 и ДТ-8 из асбестоцементных труб с перфорацией и двухслойной обсыпкой из стекловаты и шагала построены под чековыми валиками поперек рисовых карт. Расход воды по ним составил 0,41–1,4 м $^3$ /сут на 1 п.м, а в устье -0,66-2,26 л/с. Расход воды на дрене ДТ-3 несколько меньше 1,32 м $^3$ /сут 1 п.м, в устье 7,74 л/с.

В период осущения рисовых чеков расход воды по закрытым дренам уменьшается по мере понижения грунтовых вод. Впервые пять дней осущения рисовых чеков расход воды по дренам ДТ-4, ДТ-5 составил  $2,10 \text{ м}^3/\text{сут } 1 \text{ п.м.}$ , а дренажный модуль -2,28 л/c га (табл. 4.3).

В последующую декаду расход воды по дренам уменьшился с 2,10 до 0,75 м³/сут 1 п.м, а дренажный модуль с 2,28 до – 0,84 л/с га. При понижении уровня грунтовых вод на глубину заложения дренажа расход воды по дренам составил 0,01–0,05 м³/сут 1 п.м, расход воды по дрене ДТ-3 В период осушения рисовых чеков был несколько ниже и составил 0,92 м³/сут 1 п.м в первую пятидневку, 0,41 м³/сут 1 п.м.в последующую декаду. Дренажные действия открытых дрен-картовых сбросов в 2–3 раза ниже закрытого горизонтального дренажа.

Закрытый дренаж работает на 10–12 дней дольше открытого и не требует ежегодной очистки.

Закрытый дренаж позволяет регулировать дренажный сток, который в период поддержания воды на рисовых чеках практически не зависит от междренного расстояния, а зависит от конструкции дрен и равняется 2,80–2,95 м³/сут 1 п.м. В период поддержания слоя воды на рисовых чеках нет выраженной депрессионной кривой грунтовых вод к закрытым дренам.

В период осушения рисовых чеков депрессионная кривая грунтовых вод имеет резкое понижение к закрытой дрене. Форма депрессионной кривой изменяется в сторону уполаживания к закрытой дрене. Грунтовые воды за 10-15 дней, после опорожнения чеков от воды понижается на глубину закладки закрытого дренажа. Скорость снижения грунтовых вод в период осушения 9-10 см/сут.

Во время выращивания сопутствующих культур- люцерны по данным исследования НИС-2, ДГМСИ закрытый горизонтальный дренаж обеспечил отвод фильтрационных вод с опытного участка. Полив люцерны производился затоплением по чекам, как наиболее распространенный в хозяйствах. В первый год посева люцерны с покровом ячменя за вегетационный период было произведено 2 полива. В зависимости от междренного расстояния и поливной нормы расходы по дренам в период орошения люцерны изменяются от 0,13 л/с до 2,23 л/с.

 ${\rm T}\, a\, \delta\, \pi\, u\, u\, a\, 4\, .\, 3$  Расход воды по закрытым дренам в период осушения рисовых чеков

Дата	та ДТ-3			ДТ-4			ДТ-5			І-ДТ-59		
замеров	Расход,	Дренаж-	Расход.	Расход,	Дренаж-	Расход.	Расход,	Дренаж-	Расход.	Расход,	Дренаж-	Расход.
	л/с	ный	л/с	л/сек	ный	л/с	л/с	ный	л/с	л/с	ный	л/с
		модуль,			модуль,			модуль,			модуль,	
		${\rm M}^3/{\rm cyr}\ 1$ м.п.			${\rm m}^3/{\rm cyr}1$ м.п.			${\rm m}^3/{\rm cyr}1$ м.п.			${\rm m}^3/{\rm cyr}\ 1$ м.п.	
26.09.72	6,85	0,75	1,16	13,20	2,72	2,54	13,20	2,72	2,54	15,36	0,93	2,95
27.09.72	5,06	0,56	0,86	12,50	2,58	2,40	12,50	2,58	2,40	11,40	0,69	2,19
28.09.72	5,36	0,59	0,91	10,55	2,18	2,03	10,55	2,18	2,03	4,41	0,27	0,85
29.09.72	5,06	0,56	0,86	9,90	2,04	1,90	10,55	2,18	2,03	8,40	0,51	1,61
30.09.72	4,78	0,52	0,81	9,25	1,91	1,78	9,90	2,04	1,90	3,66	0,22	0,70
01.10.72	4,78	0,52	0,81	9,25	1,91	1,78	9,90	2,04	1,90	4,93	0,30	0,95
02.10.72	3,99	0,44	0,68	8,31	1,72	1,60	9,11	1,88	1,75	3,15	0,19	0,60
03.10.72	3,39	0,42	0,58	7,52	1,55	1,44	7,13	1,47	1,37	1,68	0,10	0,32
04.10.72	3,10	0,34	0,53	7,12	1,47	1,36	6,30	1,28	1,19	1,56	0,09	0,30
05.10.72	2,50	0,28	0,42	5,81	1,20	1,12	4,36	0,90	0,84	_	_	_
06.10.72	2,74	0,30	0,47	7,52	1,55	1,44	_	_	_	_	_	_
07.10.72	1,10	0,12	0,19	1,00	0,21	0,19	0,90	0,19	0,17	_	_	_
08.10.72	1,00	0,11	0,17	0,90	0,19	0,17	0,90	0,19	0,17	_	_	_
09.10.72	0,73	0,08	0,12	0,63	0,13	0,12	0,50	0,10	0,10	_	_	_
10.10.72	0,63	0,07	0,11	0,57	0,12	0,11	0,43	0,09	0,08	_	_	_
11.10.72	0,57	0,06	0,10	0,47	0,10	0,09	0,10	8,62	0,02	_	_	_
12.10.72	0,54	0,06	0,09	0,47	0,10	0,09	0,03	0,01	0,01	_	_	_
13.10.72	0,57	0,06	0,10	0,47	0,10	0,09	_	_	_	_	_	_
14.10.72	0,57	0,06	0,10	0,43	0,09	0,08	_	_	_	_	_	_

При поливе поливной нормой 830 м $^3$ /га и междренном расстоянии 200 м расход по закрытой дрене ДТ-3 составил 0,13-0,14 л/с, а объем дренажного стока за двое суток - 21,1 м $^3$ . Удельный расход при этом был равен 0,012-0,030 м $^3$ /сут 1 п.м. При поливной норме 1500 м/га расход по ДТ-3 увеличился до 1,46 л/с. Объем дренажного стока составил 368,0 м $^3$  а удельный расход -0,250 м $^3$ /сут 1 п.м. Участок с закрытыми дренами ДТ-4, ДТ-5, ДТ-6 поливался нормами 1600 и 1200 м/га. При поливе нормой 1600 м/га дрены работали 9-10 суток, а нормой 1200 м/га -7-8 суток.

Расход по дренам ДТ-4 и ДТ-5 был равен 1,41–1,82 л/с. При поливе поливной нормы 1600 м/га объем дренажного стока по 4-й дрене составил 680 м³ по 5-й – 675 м³, а при поливе нормой 1200 м/га – 520 м³ и 575 м³. Максимальный дренажный сток по ДТ-4 при первом поливе был равен 0,422 м³/сут 1 п.м., при втором поливе – 0,259 м³/сут 1 п.м. По ДТ-5 расходы составили 0,354 и 0,260 м³/сут 1 п.м соответственно.

Расходы по дрене ДТ-6 при поливной норме 1600 м/га был равен 0,37–1,02 л/с, а при поливной норме 1200 м/га – 0,15–0,88 л/с. Объем дренажного тока при первом поливе был равен 524 м³, при втором – 289 м³. Максимальный дренажный сток соответственно – 0,196 м³/сут 1 п.м. и 0,200 м³/сут 1 п.м.

Установлена связь между расходами воды по дренам и напорам грунтовых вод. Связь достаточно тесная, коэффициент корреляции  $z_{xy}$  =0,603.

Построен график и вычислена корреляционная зависимость расхода воды в дрене от напора h (рис. 4.5). Зависимость q=3,84h – 1,21 получилась прямая, с увеличением напора увеличивается расход воды в дрене.

До полива люцерны уровень грунтовых вод находился на глубине 1,7—1,9 м. При поливе грунтовые воды поднимаются. Как скорость, так и высота подъема грунтовых вод зависит от междренного расстояния и поливной нормы. При междренном расстоянии 150 м высота подъема уровня грунтовых вод в середине междренья была равна 1,0 м, а при междренном расстоянии 0.75 м высота подъема не превышала 0,7 м. Максимальный уровень грунтовых вод устанавливается после полива люцерны на 3—4 сутки (рис. 4.6).

После прекращения подачи воды из-за отсутствия фильтрационного питания на вторые сутки наблюдается понижение уровня грунтовых вод. Скорость понижения уровня грунтовых вод различно во времени и составляет в начальный период 10–20 см/сут, в зависимости от междренного расстояния, на 7–8 сутки скорость понижения 1,2 см/сут. Грунтовые воды в междренье ДТ-4 и ДТ-5 понижались со скоростью 7 см/сут и достигли глубины укладки дрен на 10–12 сутки.

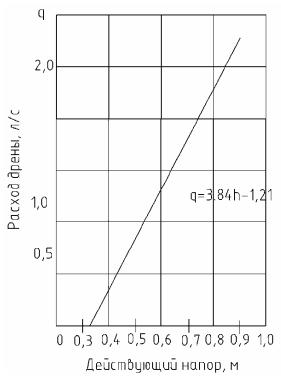


Рис. 4.5. График связи между напором грунтовых вод и расходом воды по ДТ-3

Скорость снижения уровня грунтовых вод по дрене ДТ-3 равна 4–5 см/сут. В первоначальный момент после полива она составляет 13–15 см/сут, на 3–4 сутки понижается до 7–8 см/сут и затем падает до 1,2 см/сут. При поливе люцерны открытые дрены-картовые сбросы – не работали. Они оставались сухими и после полива, несмотря на то, что уровень грунтовых вод на участках полива поднимался и находился на 0,6–0,8 м от поверхности земли.

### 4.3. Вертикальный дренаж

Скважины вертикального дренажа отличаются от скважин для водоснабжения, как по условиям работы, так и по задачам, что определяет выбор их конструкции и ее элементов и технологию строительства.

Если скважины для водоснабжения работают как одиночные в случае обводнения пастбищ и малых населенных пунктов или как группы сосредоточенных на сравнительно небольших площадях водозаборов, то скважины вертикального дренажа, как правило, рассредоточены на больших площадях оросительных систем. Они работают в едином режиме со всей рисовой оросительной системой. Скважины вертикального дренажа располагаются непосредственно на орошаемой территории, занимая небольшую площадку, необходимую для размещения наземной части оборудования и его технического обслуживания.

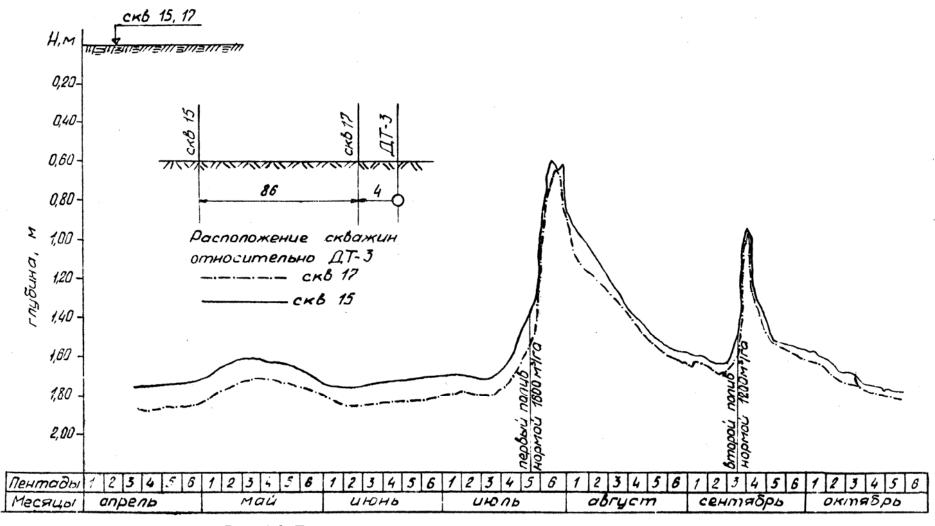


Рис. 4.6. Динамика уровня грунтовых вод на опытном участке при возделывании люцерны с покровом ячменя

В отличие от скважин для водоснабжения, цель которых заключается в каптировании строго определенного водоносного горизонта, обладающего требуемыми питьевыми качествами, скважины вертикального дренажа должны по возможности получать воду из верхних горизонтов подземных вод. При этом необходимо усилить нисходящие фильтрационные токи грунтовых вод из толщи покровных отложений. При водоснабжении недопустимо смешение верхних, обычно засоленных и загрязненных грунтовых вод с водами основного водоносного горизонта из которого ведется откачка. Задача же вертикального дренажа это усиление гидравлической связи между грунтовыми водами и водами каптируемого пласта путем создания перепада делений в результате откачек. Поэтому при строительстве скважин вертикального дренажа водоприемная поверхность фильтра скважины должна принимать подземные воды из всего водосодержащего комплекса.

На низких элементах микрорельефа, где восходящие токи подземных вод и слабая дренированность покровного мелкозема являются причинами накопления солей в почвы грунтах и подземных водах, там причиной накопления солей в почвогрунтах и подземных водах, там задачу мелиорации земель лучше всего решать при помощи вертикального дренажа, который путем отбора воды из нижнего, хорошо проницаемого водоносного пласта(состоящего из мелкозернистого песка) создает необходимую дренированность в покровных отложениях.

В рисосовхозе «Казахстан» построено три скважины вертикального дренажа на участке 86 га. Форма участка – прямоугольник со сторонами 1000×860 м. Скважины расположены по треугольнику, расстояние между скважинами (стороны треугольника) 950, 850 и 750 м. Почвенно-гидрогеологические условия опытного участка являются типичными для основной части Кзыл-Кумского массива. Водовмещающими породами являются аллювиальные отложения р. Сыр-Дарьи, представленные мелкими и средними по механическому составу грунтами. Почвенный покров с поверхности представлен суглинками (от средних до тяжелых), супесями, песками и суглинками в подошве, часто сменяющихся в вертикальном и горизонтальном направлениях. Мощность покровных отложений 2,5 м, коэффициент фильтрации 0,1–0,2 м/сут, подстилающие мелкозернистые пески (45–47 м) имеют коэффициенты фильтрации до 12 м/сут. Водоупор представлен водонепроницаемыми глинами на глубине 50 м.

Каждую скважину вертикального дренажа следует рассматривать как узловой элемент рисовой системы, представляющей собой достаточно сложное гидротехническое сооружение. Оно состоит из водозаборной подземной части и комплекса наземных сооружений, обеспечи-

вающих нормальную эксплуатацию подземного водозабора и отвод откачиваемой воды в дренажную сеть или на полив риса и сопутствующих культур.

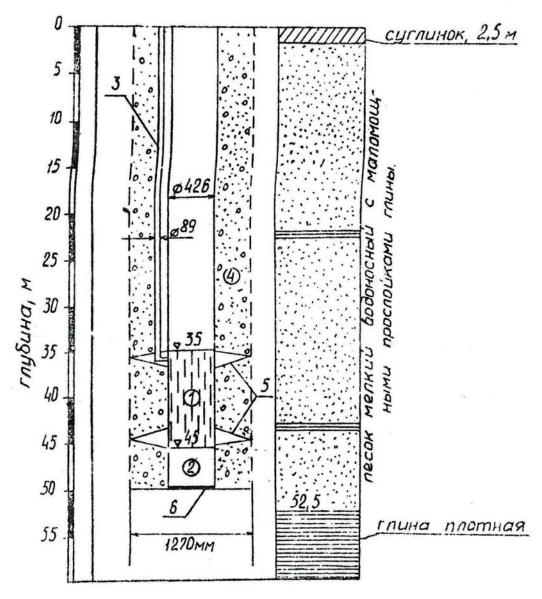


Рис. 4.7. Геолого-технический разрез скважины вертикального дренажа опытного участка: 1 — фильтровой каркас; 2 — отстойник; 3 — труба для замера уровня грунтовых вод в скважине; 4 — гравийный фильтр; 5 — направляющие фонари; 6 — заглушка

Конструктивные параметры скважин: глубина 50 м; диаметр бурения 1400; диаметр фильтровой колоны 426 мм; длина щелевого фильтра 10 м, скважность 18,6 %, длина отстойника — 5 м, фильтры опущены в пески на глубину 35 м. Затрубное пространство обсыпано отсортированным гравием на глубину 50 м. Скважины оборудованы электриче-

скими насосами ЭЦВН-12–255–30 м. Эксплуатационные дебиты 55–50 л/с.

Анализ данных опыта строительства и эксплуатации вертикального дренажа средней Азии, построенного с гравийной обсыпкой, показывает, что в условиях Кзыл-Кумского массива для формирования устойчивого фильтра наилучшим материалом является разнозернистый окатанный гравий из естественного карьера с фракциями 1–20 мм.

Исследования (выполненные совместно с сотрудниками НИС-2, ДГМСИ) показали, что частые отключения скважин в процессе их эксплуатации снижают КПД системы, ускоряют износ насосно-силового оборудования и приводят к заилению скважин. После каждой остановки и пуска насосов в работу усиливается процесс пескования скважин, вызванный гидравлическим ударом, происходящим в прифильтровой зоне каптируемого пласта в результате резкой остановки насоса.

Осенний демонтаж скважин показал, что глубина песчаного заноса составляет 3–5 м отстойной части. Такое положение снижает удельный дебит скважин до 5 %.

Наиболее интенсивное пескование скважин наблюдалось во время пуска насоса при прикрытой задвижке. При полностью открытой задвижки пескование уменьшилось, с закрытием задвижки пескование увеличилось. Это связано с резким нарастанием скорости движения воды внутри обсадной колоны и образованием высачивания у прифильтровой части скважин, что приводит к нарушению целостности сформировавшегося фильтра и способствует усиленному пескованию. Продолжительность выноса частиц песка после каждой остановки и пуска насоса составляла 5–10 мин.

Для увеличения КПД и срока службы системы необходимо, чтобы режим работы скважины вертикального дренажа предусматривал минимальное количество отключений.

Длина фильтрового каркаса была равна 30 м перфорация каркаса щелевая со скважностью до 20 %, тогда при расходе скважины 50 л/с. входящие скорости грунтового потока будут меньше скорости движения частиц тонкозернистого и мелкозернистого песка, водоносного слоя. В этом случае будет обеспечена целостность фильтра, сведено до минимума пескование скважины.

Наблюдения за уровнем грунтовых вод на опытном участке велись по 30 наблюдательным скважинам. Наблюдательные скважины глубиной 10 м расположены в створе между скважинами вертикального дренажа, изнутри опытного участка и на окружающей территории.

Скважины вертикального дренажа на опытно-производственном участке работали с перебоями из-за отсутствия электроэнергии, сква-

жины работали июнь, июль и сентябрь месяцы, в августе месяце не работали. Однако даже кратковременное изучение их работы позволило сделать положительные выводы.

При включении скважин в работу происходит спад уровня грунтовых вод. Снижение грунтовых вод распространяется на расстояние до 660 м с зоной активного влияния — 225 м. На рис. 4.8. показаны глубина залегания уровня грунтовых вод в период осеннего осущения рисовых чеков и после работы скважин в течение пяти суток (2, 3, 4). В наблюдательных скважинах (пьезометрах), удаленных на расстояние 40 м от вертикального дренажа, уровень грунтовых вод за сутки снизился на 98 см, на расстоянии 225 м — на 50 см. По мере удаления от скважины спад грунтовых вод происходит менее интенсивно. После пяти суток откачки спад уровня грунтовых вод значительно уменьшается.

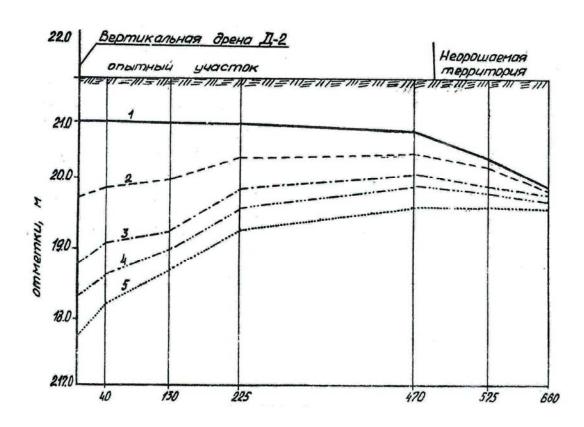


Рис.4.8. Влияние вертикального пренажа на режим грунтовых вод: 1 — начальное положение. 2 — после олних. 3 — лвух. 4 — трех и 5 — пяти суток работы вертикального дренажа

Депрессионные кривые грунтовых вод в створе скважин вертикального дренажа (№ 1 и 2), построенные на основе данных наблюдений (рис. 4.9), показывают, что включение скважин в работу вызывает общее понижение уровня грунтовых вод. Перед посевом уровень грунтовых вод находился на глубине 5–6 м. Через 8–10 суток после затопления рисовых чеков грунтовые воды установились на глубине 0,5 М от поверхности земли. При включении скважин в работу уровень грунтовых вод понижается и за 15 дней устанавливается на глубине 3,5 м. Вблизи от скважины вертикального дренажа депрессионная кривая уровня грунтовых вод резко понижается, максимальная глубина сработки уровня воды в самой скважине в период поддержания слоя воды на рисовых чеках составляет 7 м. Данные пьезометрических наблюдений позволяют считать, что скважины вертикального дренажа являются локальными областями разгрузки, к которым движутся потоки грунтовых вод. При этом в радиусе 225 м работой вертикального дренажа снимается напор подземных вод, и поток включает в себя главным образом инфильтрационные воды с рисовых чеков. На большем удалении в поток включаются и напорные воды.

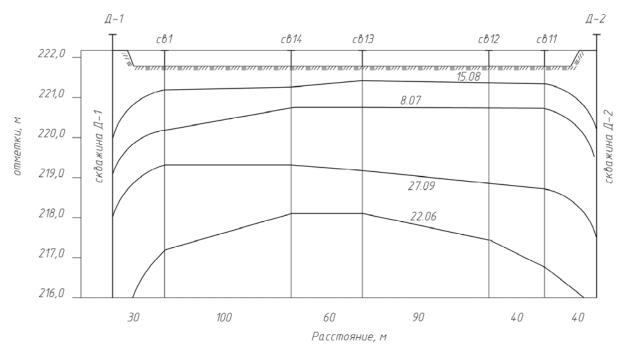


Рис. 4.9. Лепрессионные кривые уровня грунтовых вод в створе скважин вертикального дренажа

После отключения скважин вертикального дренажа уровень грунтовых вод поднимается, и исходная глубина (0,5 м от поверхности земли) устанавливается на 5-6 сутки.

Скорость понижения уровня грунтовых вод в радиусе 225 м при включении скважин вертикального дренажа составляет 10-20 см/сут. при наличии слоя воды на рисовых чеках 20-30 см/сут, когда слой воды на рисовых чеках равен нулю (рис. 4.10.). Скорость восстановления уровня грунтовых вод, после прекращения работы вертикального дре-

нажа, составляет 50–60 см/сут при наличии слоя воды на рисовых чеках и 20 см/сут. когда слой воды на рисовых чеках отсутствует.

Наблюдения за скоростью фильтрации с рисовых чеков опытного участка проводились с помощью щпиц масштабных игл, установленных на чеках и на полевых вегетационных сосудах ГГИ-3000. Замеры уровня воды в чеках и сосудах проводились при работающих и выключенных скважинах. В период замеров подача воды на рисовые чеки прекращалась, замеры проводились через Зчаса при снижении уровня воды в рисовых чеках от 12 до 3 см.

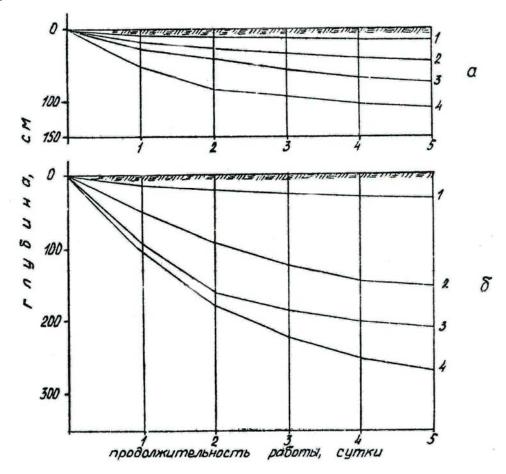


Рис.4. 10. Понижение уровня грунтовых вод при включении скважин в работу: а — слой волы на рисовых чеках 10—15 см: б — слой волы на рисовых чеках отсутствует. Расстояние от вертикальной лрены: 1 — 660 м; 2 — 225 м; 3 — 130 м; 4 — 40 м

По данным замеров была определена скорость фильтрации с рисовых чеков:

$$V_{\phi} = U_{c} - E_{B}, \tag{1.2}$$

где  $U_{\rm c}$  — снижение уровня воды на рисовых чеках, мм/сут;  $E_{\scriptscriptstyle \rm R}$  — суммарное водопотребление в сосудах, мм/сут.

Скорость фильтрации с рисовых чеков при работающих скважинах вертикального дренажа увеличивается на 3–12 мм/сут и зависим от высотного изложения рисового чека и удаления от вертикальной дрены. Скорость фильтрации у рисовых чеков, прилегающих к вертикальной дрене, в период ее работы составляет 20–22 мм/сут, на чеках, удаленных на расстоянии 200 м от вертикальной дрены, 12–16 мм/сут и на 400 м 8–12 мм/сут. Радиус влияния скважин вертикального дренажа на скорость фильтрации составляет 400–450 м.

При неработающих скважинах вертикального дренажа фильтрация с рисовых чеков составляет  $6-10\,$  мм/сут, зависит от высотного положения чека и от удаления его от границ орошаемого участка.

Оросительная норма риса на опытном участке составила 33400 м/га, ее составляющие элементы: насыщение зоны аэрации — 5200, суммарное водопотребление — 10800, фильтрация — 17400 м³/га. Расход воды на фильтрацию — 17400 м/га вызван увеличением скорости фильтрации с рисовых чеков при работающих скважинах вертикального дренажа.

Рис на опытном участке возделывался при укороченном затоплении без сбросов, сорт риса УзРОС 59. Урожай на отдельных чеках доходил до 92 ц/га, в среднем с площади 80 га, составит 80 ц/га.

За 45 дней работы вертикального дренажа объем откачиваемых грунтовых вод для полива риса на опытном участке составил  $584000~{\rm M}^3$  или  $7400~{\rm M}^3$ /га. Минерализация откачиваемых вод была равна  $1,2-1,6~{\rm F}/{\rm J}$ . За счет использования для полива риса откачиваемых грунтовых вод снижается объем забора воды из источника орошения на 25-30~% (рис. 4.11, 4.12).

Вертикальный дренаж на рисовой системе — наиболее совершенная система сооружений, которая обеспечивает рассоление почвогрунтовой толщи, опреснение верхнего слоя грунтовых вод и снижает дефицит оросительной воды за счет использования для полива риса откачиваемых грунтовых вод.

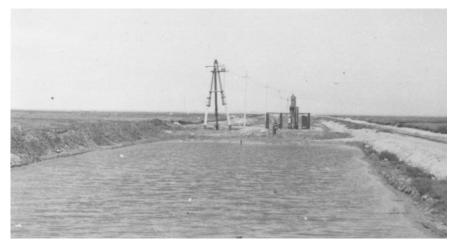


Рис. 4.11. Вертикальная дрена Д-3, период орошения риса



Рис. 4.12. Вертикальная дрена Д-1, период созревания риса

### 4.4. Лабораторные исследования дренажа

# 4.4.1. Определение скорости снижения уровня грунтовых вод под рисовой картой по методу Либманна на плановой модели

Из электропроводной бумаги вырезается геометрически подобная карта, ограниченная с одной стороны картовым сбросом глубиной H = 1,6 м и с другой дренособирателем H = 1,8 м. Роль каналов выполняют наклеенные на границы модели полоски фольги (рис. 4.13).

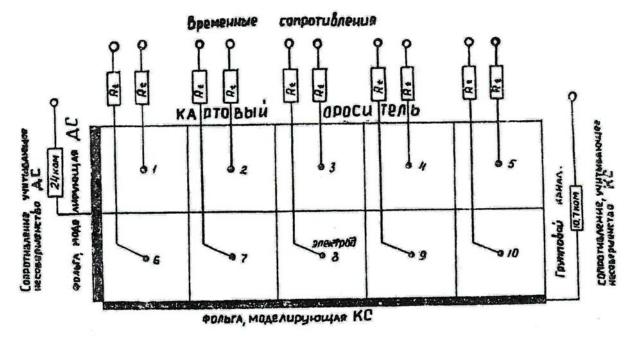


Рис. 4.13. Схема модели рисовой карты Краснодарского типа

Площадь карты разбивается на квадраты со стороной согласно неравенства:

$$\frac{\sigma}{a\Delta t} < \frac{1}{2,2}$$

где t – шаг времени, сут;

 $a = \frac{T}{\mu}$  — коэффициент уровня проводимости, м<sup>2</sup>/сут;

T — проводимость пласта, м<sup>2</sup>/сут, T= $\kappa m$ ;

 $\kappa$  — коэффициент фильтрации, м/сут;

m — мощность слоя, м;

μ – коэффициент водоотдачи или недостатка насыщения.

Шаг времени выбирается с учетом, что схема Либманна предусматривает линейное изменение потенциала в пределах t.

При колебании уровней на границах модели величину t нужно задавать так, чтобы уровни в пределах каждого интервала удовлетворительно апроксимировались прямой линией.

Затем в центр каждого квадрата вклеивается электрод диаметром  $d_9 = 0.5$  см. При выбранном диаметре электрода определяются временные сопротивления по формуле

$$\varphi_t = \varphi_t^0 - \varphi_{\vartheta},$$

где  $\varphi_t^0 = \frac{a\Delta t}{\sigma^2}$ ,  $\varphi_0 = 0.366 \lg \frac{\sigma}{r_0} - 0.1$  — приведенное сопротивление приэлектродного сопротивления;

 $\sigma$  – сторона квадрата, см;

 $r_{\scriptscriptstyle 9}$  — диаметр электрода, см.

При расчетах на первый интервал времени t к концам временных сопротивлений подводят потенциалы  $U_0$ , соответствующие начальным значениям напоров в условных точках, замеряются потенциалы  $U_{\scriptscriptstyle 9}$  на электродах, и находятся значения средних относительных потенциалов U в пределах каждого блока по формулам:

$$U = U_{\scriptscriptstyle \ni} + \Delta U_{\scriptscriptstyle \ni} \cdot \frac{Y_{\scriptscriptstyle \ni}}{Y_{\scriptscriptstyle t}},$$

где

$$\Delta U_{\scriptscriptstyle \ni} = U_0 - U_{\scriptscriptstyle \ni}.$$

Полученные таким образом значения средних потенциалов в свою очередь задаются на концах временных сопротивлений для расчетов на следующий интервал времени и т.д.

Глубина до водоупора средняя по массиву m=40 м. Коэффициент недостатка насыщения принят равным  $\mu=0,12$ . Глубина до водоупора

средняя по массиву m =40 м. Коэффициент недостатка насыщения принят равным JU =0,12, шаг во времени принят t =12 сут.

Данные понижения уровня грунтовых вод в различных точках карты приведены в табл. 4.4.

 $\label{eq:Tadin} Tadinuцa\ 4.4.$  Величина снижения уровня грунтовых вод, см, от поверхности земли рисовой карты

7 64 48 42 38 37 78 70 64 60
48 42 38 37 78 70 64
42 38 37 78 70 64
38 37 78 70 64
37 78 70 64
78 70 64
70 64
64
611
58
5 118
114
108
136
5 128
2 123
122
3 121
152
2 143
7 140
3 136
134
154
2 150
3 148
5 146
142

Характеристики зон:

По данным опытов построены графики снижения уровня грунтовых вод и положения депрессионных кривых под рисовой картой для различных промежутков времени (рис. 4.14, 4.15).

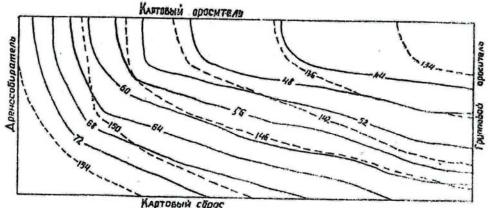


Рис. 4.14. Гидроизогипсы рисовой карты на 12 и 60 сутки, полученные методом ЭГДА, см

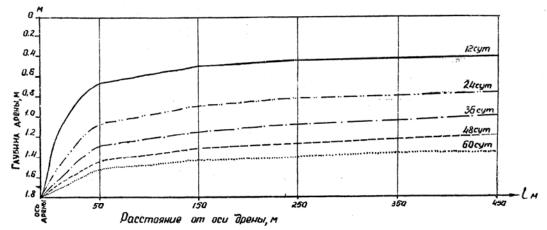


Рис. 4.15. Снижение уровня грунтовых вод под рисовой картой при  $K_\phi$ =4,7 м/сут

Анализ полученных результатов показывает, что скорость снижения уровня грунтовых вод находится в прямой зависимости от средневзвешенного коэффициенте фильтрации и в первые 12 суток равна: 1,67 см/сут, 4,27 см/сут, 6,25 см/сут при коэффициентах фильтрации соответственно равных 2,3 м/сут, 3,3 м/сут, 4,7 м/сут. Кроме того, чем ближе точка находится к картовому сбросу или дренособирателю, тем быстрее происходит снижение уровня грунтовых вод по сравнению с точками более удаленными (рис. 4.13.).Зона влияния дренажа зависит от воднофизических свойств почв и составляет 35–70 м.

Сравнение результатов опытов с полевыми данными показывает, что основную роль в снижении уровня грунтовых вод играет не мелкая дренажно-сбросная сеть, а испарение с поверхности грунтовых вод и отток грунтовых вод к коллекторам и дренособирателям.

### 4.4.2. Определение расстояния между дренами с использованием ЭВМ

В рассматриваемой задаче используется методика расчета междренных расстояний используемая в «Южгипроводхозе», Минводхоза РСФСР, с учетом специфичных условий Кзыл-Кумского массива.

Режим работы дрен при расчетах полагается стационарным: уровень грунтовых вод и приток в дрены считаются неизменными во времени. Вертикальная скорость движения воды в зоне рассоления регулируется заданием коэффициента инфильтрации. Коэффициент инфильтрации должен быть принят таким, чтобы на участке создавался отрицательный солевой баланс.

Горизонтальный дренаж рассматривается как функция многих параметров, из числа которых наиболее важными являются:

- 1. Норма осушения.
- 2. Дренажный модуль.
- 3. Расстояние между дренами.
- 4. Геометрические параметры дренажа: глубина закладки, формы сечения, тип дренажа.

Выбор параметров дренажа должен учитывать в комплексе геологические, экономические и технологические условия строительства и эксплуатации. В задаче определяются междренные расстояния, остальные величины считаются заранее заданными. Именно такая картина имеет место: междренные расстояния вычисляются в последнюю очередь, когда другие параметры дренажа уже назначены. Результаты этих вычислений могут привести к пересмотру ранее назначенных параметров.

При решении любой задачи на ЭВМ необходимо учитывать особенности и возможности счетного аппарата, постараться свести к минимуму роль субъективных операций. Счетный аппарат машины ограничен, в то же время в задаче должны быть учтены природные условия, поэтому считается целесообразным провести типизацию геологолитологического строения. Это в свою очередь приводит к получению осредненных результатов, накоплению ошибок вычислений. По Кзыл-Кумскому массиву наблюдается довольно большая пестрота в литологическом строении, поэтому выбранный нами подход при расчете междренных расстояний отличен от традиционного. Каждый геологический разрез рассматривается в качестве инженерной модели. Чтобы подчеркнуть, что модель получена по отдельному разрезу, назовем ее точечной инженерной моделью (ТИМ). Таким образом, по выбранному объекту предполагается строительство стольких ТИМ, сколько имеется по нему геологических описаний. При расчетах сохраняется предположение об однородности фильтрационных свойств в плане. Допущение о точности модели имеет силу только для площади ТИМ, то есть для зоны распространения сведений по данной выработке. При проведении расчетов по ТИМ обязательным элементом является районирование по природным условиям, необходимое для интерполяции и экстрополяции результатов расчета, а также для распространения сведений о коэффициентах фильтрации, определяемых далеко не во всех точках, по которым имеются геологические описания. Проводить расчеты по каждому геологическому описанию предпочтительней и со статистической точки зрения.

При расчете междренных расстояний по каждому геологическому разрезу подбираются необходимые расчетные формулы и проводятся вычисления по ним. В программу включен набор формул, наиболее употребительных в проектных организациях, в основном формулы Шестакова. Применяемые формулы нелинейны, поэтому для уменьшения ошибок вычислений удобно проводить расчеты по отдельному разрезу. Если есть необходимость в получении среднего междренного расстояния для какого-то множества геологических описаний, что имеет место на практике, корректней находить его после расчетов по каждому ТИМ.

Для определения междренных расстояний задается следующая информация:

- 1) геологические описания, закодированные в цифровой форме;
- 2) таблица коэффициентов фильтрации, в которой каждому условному обозначению геолого-литологический разновидности становится соответствующее значение коэффициента фильтрации;

- 3) коэффициент инфильтрации;
- 4) допустимая глубина грунтовых вод;
- 5) эффективный диаметр дрен;
- 6) глубина от поверхности земли до уровня воды в дрене;
- 7) расчетные схемы и формулы к ним.

Для проведения вычислений каждому геологическому описанию присваивается свой номер. Удобно ввести специальное обозначение для водоупора, например В.

Каждое геологическое описание представляется в виде:

$$Na_{1}^{J}(h_{1}^{J}) a_{2}^{K}(h_{2}^{K})...a_{i}^{E}(h_{i}^{E})...a_{n-1}^{0}(h_{n-1}^{0}) a_{n}^{F}(h_{n}^{F})B,$$
 (1.2)

где верхний индекс при букве является обозначением литологии (они могут повторяться), а нижний — порядковым номером слоя. Необходимо упорядочить все геолого-литологические разновидности для рассматриваемого объекта. Пески обозначаются П, супеси — СП, суглинки — С, глины — Г. Описания, представленные в виде (1.2) формируются в массивы. Каждому заглавному индексу ставится соответствующее значение коэффициента фильтрации. Водоупору В соответствует коэффициент фильтрации, равный нулю. Каждому массиву ставится соответствующий перечень технических параметров: коэффициент инфильтрации, норма осушения, глубина дрены, глубина до воды в дрене, эффективный диаметр дрен.

В выбранных расчетных формулах используется только одно главное свойство грунта, а именно его коэффициент фильтрации. Различные грунты, но с одинаковыми коэффициентами фильтрации рассматриваются как эквивалентные, это позволяет упростить геологические описания, придав одинаковые верхние индексы грунтам с равными коэффициентами фильтрации.

$$Na_{,j}(h_1^k)...a_{i-1}^E(h_{i-1}^E)....a_{n-2}^0(h_{n-2}^K)B$$
 (1.3)

Для сокращения объемов вычислений геологические описания записываются по словарному принципу. Из верхних индексов составляется упорядоченный список (алфавит) и каждое описание рассматривается как «слово». Каждому слову приписывается ранг — его номер в упорядоченном списке слов (общий ранг). Один ранг приписывается идентичным с точки зрения расчета междренным описаниям. Эта процедура называется частным ранжированием.

Алфавит можно представить в виде:

 $\Pi$ -1,  $\Pi$ 1-2, CI-3, C2-4, C3-5, C4-6, C5-7, C6-8, C7-9, C8-10, C9-11, C0-12, C2-13, C $\Pi$ -14,  $\Gamma$ -15.

Выбор формул для вычислений производится путем сравнивания описаний, подготовленных к проведению расчетов со схемами (рис. 4.16). Анализ литологического строения Кзыл-Кумского массива показал, что можно выделить следующие типы разреза:

- Однородный ограниченной мощности, подстилаемый водоупором.
- Двухслойный ограниченной мощности, подстилаемый водоупором (преобладающий тип разреза).
- Трехслойный ограниченной мощности, подстилаемый водоупором. Пусть имеется разрез  $Na_1^I(h_1) \cdot a_2^E(h_2) \cdot a_3^0(h_3) \cdot B$ .

Он считается подготовленным к расчетам, если  $K_I \neq K_E; \ K_E \neq K_0;$  h > H  $_{\mbox{\tiny q}}$  .

Пересчет слоев в  $a_1^F$  описании приводит к формулам одной из групп, нужная из которых выбирается по соотношению коэффициентов фильтрации  $K_{\rm O},\,K_{\it E},\,K_{\it F}$ .

Если ни одна из формул группы не подходит, описание возвращается для немашинного рассмотрения.

Исходные данные состоят из трех массивов (для решения задачи на ЭВМ):

- алфавита;
- информационной карты;
- формулы скважин.

В алфавите записываются обозначения литологий. Под каждое обозначение отводится три знака: ОП1, ОП2, ОС1, ОС2, ОС3, ОС4, ОС5, ОС6, ОС7, ОС8, ОС9, ОСС, ОСП, О,ООС, ОГО.

Информационная карта заполняется следующим образом:

- коэффициент, фильтрации, м/сут;
- диаметр дрены, м;
- глубина воды в дрене, м;
- $H_{r}$  допустимая глубина, м;
- глубина ограничения описания сверху (три знака три нудя), дм;
- нули;
- нули;
- коэффициенты фильтрации в порядке алфавита, м/сут.

Анализ полевых данных показал, что целесообразно выделить литологию коэффициентами фильтрации

```
\Pi I - 12 м/сут; \Pi 2 - 2,5 м/сут; C I - 2 м/сут; C 2 - 1,2 м/сут;
```

$$C3 - 0.1 \text{ м/сут}; C4 - 0.2 \text{ м/сут}; C5 - 0.4 \text{ м/сут}; C6 - 0.45 \text{ м/сут};$$

$$C7 - 0.5 \text{ m/cyt}$$
;  $C8 - 0.6 \text{ m/cyt}$ ;  $C9 - 0.7 \text{ m/cyt}$ ;  $C0 - 0.8 \text{ m/cyt}$ ;

$$CC - 0.95 \text{ m/cyt}$$
;  $\Gamma O - 0.1 \text{ m/cyt}$ ;  $C\Pi - 0.9 \text{ m/cyt}$ .

### Формулы скважин:

1. Номер скважины (шесть знаков)

при наличии водоупора в первом разряде 8 при отсутствии 0

скважина № 615 с водоупором 800615 скважина № 54 без водоупора 000054

2. Далее идут порядковые номера литологии по алфавиту; под порядковый номер отводится два знака. Общее количество знаков должно быть кратно шести, если нет, то дополняется нулями:

скважина № 615 – С5 (3,1), П1 (22,9) 070100.

- 3. Признак конца литологии 0,0000.
- 4. Записываются глубины пластов, дм, в соответствующем порядке; под каждую глубину отводится три знака; общее количество знаков должно быть кратно шести, если нет, то дополняется нулями.

Для скважины  $\mathbb{N}$  615 – 031229.

5. Признак конца скважины – 0,00000

Формула для скважины N615 будет иметь вид: 800616

070100 0,0000 031229 0,00000

По заданной информации рассчитано междренное расстояние по каждому описанию. Каждый геолого-литологической разновидности ставится в соответствие только одно расчетное значение коэффициент фильтрации, каждый параметр задается только одним значением после предварительного выбора и увязки между собой. Задача решена для ЭЦВМ. Длина программы с константами составляет 2340 полных ячеек, под исходную информацию отводится 4320 ячеек.

Общая площадь орошения 1-й очереди Кзыл-Кумского массива составляет 48,4 тыс.га. На его территории намечается строительство пяти рисовых совхозов. В геологическом отношении массив представляет собой плоскую аллювиальную равнину, понижающуюся с юга на север с уклоном 0,0002–0,0003, здесь выделяются две надпойменные террасы и современная пойма.

В литологическом отношении долина сложена мелко реже тонко и средне зернистыми песками, прикрытыми суглинисто-песчаной толщей мощности 1-5, реже 5-10 метров. Общая мощность четвертичных отложений увеличивается с юга на север и составляют 20-90 метров

Для определения междренных расстояний на территории массива были отобраны 521 геологических разрезов. Коэффициент фильтрации нижнего песчаного слоя принят равным 12 м/сут. Коэффициент ин-

фильтрации рассчитан из условия полива люцерны затоплением и определен по следующей формуле

$$q = \frac{m_{\phi} - W_{H} - (U + T)}{t},$$
(1.4)

где  $m_{\rm d}$  — фактическая поливная норма, м $^3$ /га;

 $W_{\rm H}$  — количество воды, необходимое для насыщения зоны аэрации, м $^3$ /га;

U+T — испарение и транспирация за время полива, м $^3$ /га;

t – время полива, сут.

По опытным данным средняя величина инфильтрации равна  $0.00284 \; \mathrm{m/cyt.}$ 

Критическая глубина залегания грунтовых вод принята  $H_{\text{кp}}$ =1,5 м. Средняя глубина закладки закрытого горизонтального дренажа — 2,0 м. Дрены выполнены из асбестоцементных труб диаметром 200 мм. Эффективный диаметр рассчитан по формуле  $d = \eta \cdot (b_1 + 0.5b_2)$  и равен 0,4 м.

По исходным данным в результате расчета на ЭВМ (Урал 11Б) были получены междренные расстояния. Эти расстояния нанесены на карту Кзыл-Кумского массива. Методом интерполяции получены изолинии равных междренных расстояний проведенные через 50 м (рис 4.17). Площадь занимаемая различными междренными расстояниями приведена в табл. 4.5.

Таблица 4.5 Площадь занимаемая различными междренными расстояниями

M	Площадь, тыс га	Площадь, %	Приведенная мощность
400	7,7	24,1	20-24
450	13,75	42	24-28
500	7,35	22,8	28-45
550	2,36	7,5	45-64
600	0,64	2	64-80
700	0,45	1,6	75–80
	32	100	75-

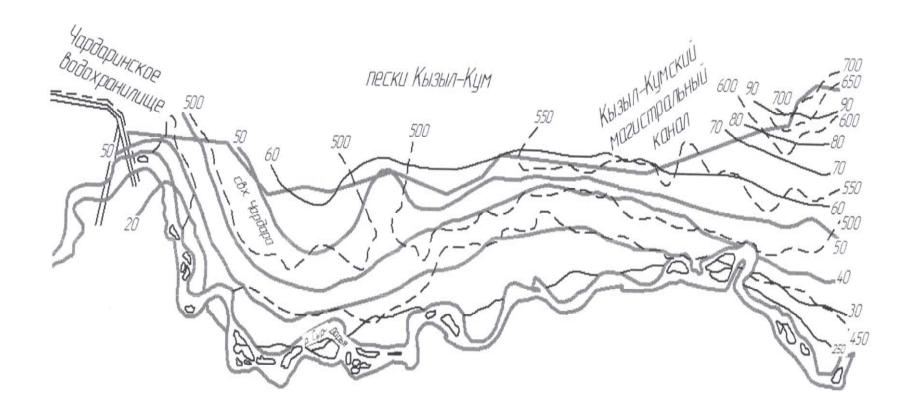


Рис. 4.17. Изогипсы мощности покровных отложений и междренные расстояния на Кзыл-Кумском массиве. Условные обозначения:

——— 50 – мощность покровных отложений до водоупора;

- - - - - - 500 – междренные растояния

Из таблицы видно, что основным междренным расстоянием на Кзыл-Кумском массиве закрытого горизонтального дренажа глубиной закладки 2,0 м является 400—500 м. Междренные расстояния на массиве составляют 400м при двухстороннем и реже 200 м при одностороннем командировании картового сброса. При выращивании риса со временем коэффициент фильтрации верхнего покровного слоя за счет уплотнения грунта и кольматации уменьшается на 15—20 %. В связи с этим следует ожидать некоторого изменения междренного расстояния в сторону уменьшения.

Из этого можно сделать вывод, что принятые междренные расстояния на Кзыл-Кумском массиве отвечают условиям выращивания риса и сопутствующих культур.

Анализ литературных источников показывает, что аналогичные междренные расстояния рекомендуется и на юге Украины. Так, И.С. Жовтоног рекомендует принять расстояния равными 400 м при глубине закладки дрен 0,8–1,0 м, минерализации грунтовой воды в пределах 3–5 г/л и хорошем оттоке. Следовательно, данные расчета подтверждают правильность проектных решений по междренному расстоянию первичных дрен на рисовой системе Кзыл-Кумского массива.

## 4.4.3. Исследование работы скважин вертикального дренажа на интеграторе БУСЭ-70

На интеграторе БУСЭ-70 произведены исследования по выбору и основанию количества и оптимального расположения скважин вертикального дренажа с целью создания нормального водно-солевого и водного режима в рисовом севообороте, без первичной дренажно-сброссети.

Модельные проработки были проведены для 1У рисового агроучастка «Казахстан» Кзыл-Кумского массива орошения.

Для составления природной гидрогеологической схемы области фильтрации были использованы материалы изысканий института «Совзгипро». Изучаемая область фильтрации рассматривалась как двухслойная со следующими исходными данными:

- $m_1$  и  $K_1$  мощность и коэффициент фильтрации покровного слоя суглинков, соответственно равные 2,5 м и 0,5 м/сут.
- $m_2$  и  $K_2$  мощность и коэффициент фильтрации нижнего водосодержащего слоя песков, соответственно равные 50 м и 10 м/сут;
- $\mu$  коэффициент водоотдачи покровного слоя суглинков, равный 0,05.

На основании анализа исходных данных и всех имеющихся гидрогеологических материалов по данному участку была произведена схематизация годных условий и определены границы области фильтрации.

Задача решалась с ограниченными условиями первого рода в качестве исследуемого участка были приняты с трех сторон оросительные каналы, а с одной обороны рисовое поле.

На границах, где задавались граничные условия первого рода, учитывалось несовершенство каналов с помощью дополнительных сопротивлений, рассчитанных по формуле В.М. Шестакова.

При решении пространственной задачи для исследуемого фрагмента водоупор был принят горизонтальным.

Вся площадь выбранная для решения задачи была покрыта сеткой ортогональных прямых с шагом x = 125 и y = 75 м.

Шаг по сетке выбирался с таким расчетом, чтобы можно было с достаточной точностью и полнотой получить по рассматриваемой площади значения потенциалов и построить по ним полноценную карту гидроизогипс. После разбивки получилось по сторонам — 16, а по рядам — 10 узловых точек. Общее количество узловых точек составило 160.

Задача решалась для случая неустановившейся фильтрации и шаг по времени был выбран исходя из режима орошения. Расчет временных сопротивлений выполнялся по формуле

$$R_t = \frac{\Delta t}{\mu \Delta x \Delta y},\tag{1.5}$$

где  $\Delta t$  – расчетный шаг по времени;

μ – коэффициент водоотдачи покровных отложений;

 $\Delta x \Delta y$  — ширина и длина расчетного блока.

Моделирование инфильтрационного питания осуществлялось с помощью делителя потоков интегратора, расчет которого производился по общей методике при моделировании скважин.

Моделирование скважин производилось путем задания сила тока в каждом блоке, включающей скважины, который соответствует проектному расходу скважины 50 л/с. Пересчет расхода в соответствующую силу тока производился по формуле

$$I = \frac{Q\Delta U}{R\Delta H},\tag{1.6}$$

где I – сила тока, A;

Q – расход, м/сут;

R – масштаб сопротивлений, м $^2$ /сут;

U – разность потенциалов, В;

H – разность напоров, м;

# Глава 5. ОРОСИТЕЛЬНЫЕ КАНАЛЫ И ГИДРОТЕХНИЧЕСКИЕ СООРУЖЕНИЯ

### 5.1. Оросительные каналы

Оросительные каналы на рисовых системах Казахстана запроектированы и построены по действующим ТУ и НП.

Картовые оросители обеспечивают затопление самого высокого чека при минимальном расчетном горизонте слоем воды 15 см. Расчетная величина потерь напора в водовыпуске из картового оросителя в чек принята 5 см, на водовыпусках с расходом до 1  $\text{m}^3/\text{c}-20$  см, более 1  $\text{m}^3/\text{c}-25$  см, на перегораживающих сооружениях -15 см.

Магистральные, хозяйственные и внутрихозяйственные каналы выполнены в насыпи с донными резервами, вскрывают водопроницаемые мелкозернистые грунты, по этим грунтам идет движение профильтровавшихся вод в сторону дренажно-сбросных каналов.

Исследованиями установлено, что уровень воды в скважинах ороситель—сбросной канал связаны с горизонтами воды в оросительном канале, и что грунтовые воды в оросительный период движутся от оросительного канала в сбросной. Аналогичные данные дает моделирование на генераторе ЭГДА-9/60.

Причем в начале орошения потери значительно выше, так как в оросительных каналах в результате просыхания, промораживания и других причин появляются трещины, через которые и происходит усиленная утечка воды.

Таким образом, значительный объем потерь воды на фильтрацию на рисовых массивах составляют потери из оросительных каналов.

Кроме того, оросительные каналы выполненные в земляном русле, в условиях природной зоны и при поливе осветленной оросительной водой из водохранилищ сильно зарастают сорной растительностью и требуют больших затрат на поддержание их в рабочем состоянии.

За оросительный сезон в условиях Кзыл-Кумского массива приходится 5–6 раз окрашивать откосы оросителей и очищать дно каналов от водорослей. На крупных каналах — внутрихозяйственных, групповых окрашивание откосов и очистка каналов от сорной растительности производится механизировано. На каналах последнего порядка картовых оросителях, которые имеют наибольшую протяженность на системе очистки нельзя механизировать и ее выполняют вручную. Если такую очистку не производить, то сорная растительность разовьется до того, что движение в каналах практически прекращается, каналы переполняются и дамбы размываются.

В целях борьбы с потерями воды и сорной растительностью, необходимо отказаться от строительства оросительных каналов с донными резервами и выполнять их в ж/б облицовке.

Лотковая сеть представляет собой современный индустриальный и оросительной системы, позволяющей резко сократить потери воды на фильтрацию — повысить КПД системы, производительность полива, снизить затраты на эксплуатацию и расширить масштабы освоения новых земель индустриальными методами.

По проекту института «Союзгипсорис» на территории совхоза «50 лет Октября» на площади 60 га была построены картовые оросители из лотков ЛР-100 (рис. 5.1, 5.2). Картовые оросители двухстороннего командования, длиной 800 м.

Конструкция лотка ЛР: один конец гладкий, другой в виде раструба.

Соединение лотков происходит за счет установки гладкого конца звена лотка в раструб- конце второго звена лотка (рис. 5.3). Соединение называется раструбным а лотки с таким соединением имеют шифр ЛР.

В последние годы осуществлен переход от гладких лотков к раструбным, что позволяет снизить стоимость работ по монтажу на 13,6 %. Благодаря совершенствованию монтажа и конструкций лотковых сооружений из года в год уменьшаются затраты труда на один лоток.

С переходом на раструбные лотки одновременно был решен вопрос с заделкой стыков на лотках.

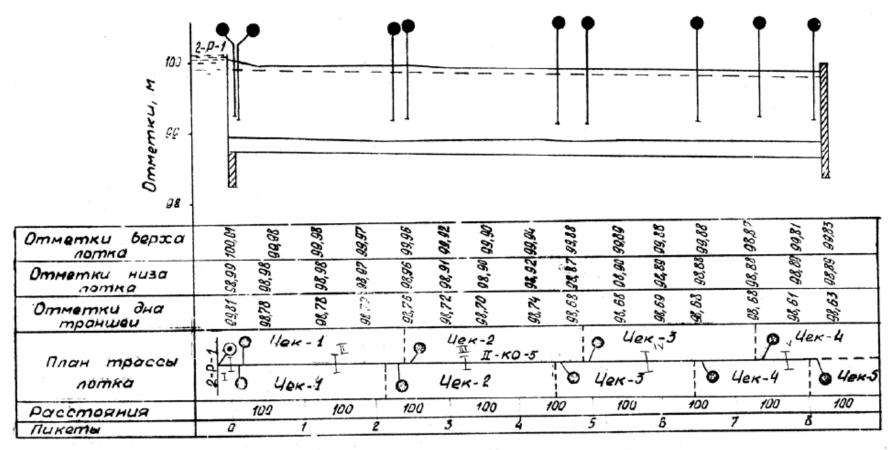
Удачным оказалось применение пороизолового шнура, изготовляемого Чимкентским заводом резино-технических изделий. Пороизол – пористый материал с объемным весом 240–400 кг/м³. Основным сырьем для него является резина, дистилляты-смягчители, порофоры (углекислый аммоний), вулканизирующее вещество (сера, тиурал)и креозотовое масло.

Пороизол применяется по принципу обжатия его соответственным весом лотка, имеет свойство обратимой деформативности, он эластичен при температуре от +80 до -50 °C.

Конструкция соединения раструбных лотков с помощью пороизола показана на рис. 5.3. Технико-экономические показатели лотков конструкции ЛР приведены в табл. 5.1.

Расход воды который пропускает водовыпуск в чек при наполнении ЛР-100 на 80-90 см находится в пределах 60-80 л/с.

Такого расхода достаточно чтобы затопить чек площадью 3–4 га в течение двух суток.

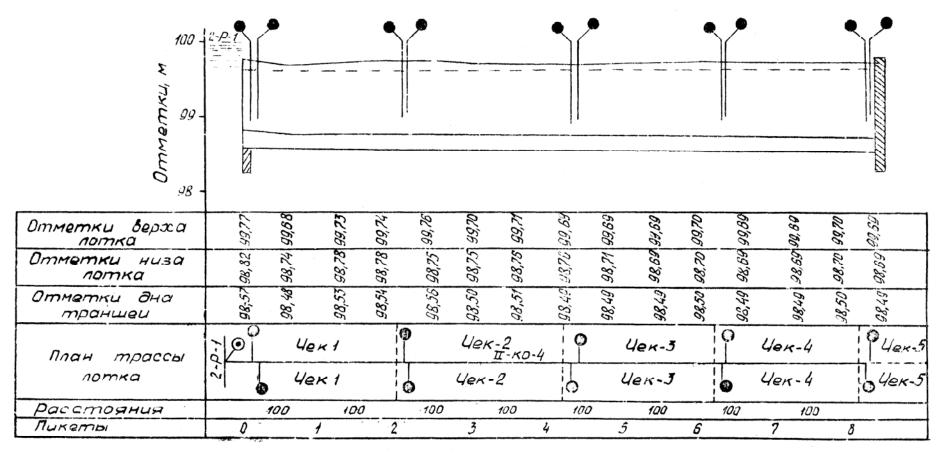


Условные обозначения: — водовыпуск из КО в чек,

— сооружение из распределителя в КО с переездом,

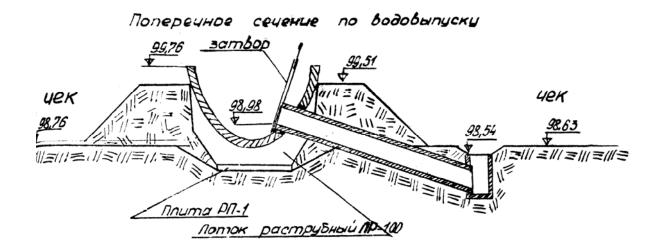
——чековые валики

Рис. 5.1. Продольный профиль картового оросителя II-KO-5, выполненный из железобетонных раструбных лотков ЛР-100



Условные обозначения: — водовыпуск из КО в чек,
— сооружение из распределителя в КО с переездом,
————чековые валики

Рис. 5.2. Продольный профиль картового оросителя II-КО-4, выполненный из железобетонных раструбных лотков ЛР-100



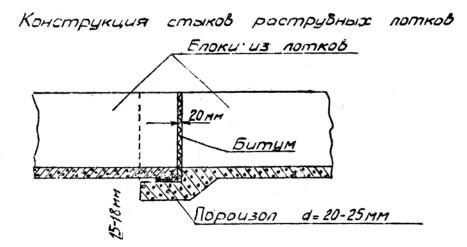


Рис. 5.3. Поперечный и продольный разрезы по лотковому картовому оросителю II-KO-4

Таблица 5.1 Технико-экономические показатели ж/б лотков

Шифр лотков		Размеры	[	Пропускная	Стоимость строительства		
	Глубина. см	Ширина, см	Площадь поперечного сечения, м <sup>2</sup>	способность лотка, $m^3/c$	1 п.м	1 га	
ЛР-40	40	80	0,21	0,1	8,44	220	
ЛР-60	60	98	0,39	0,2	10,44	270	
ЛР-80	80	113	0,6	0,38	13,59	350	
ЛР-100	100	167	0,6	0,38	13,59	350	

При поливе люцерны нормой  $1200 \text{ м}^3$ /га чек поливается за 12-14 ч. При необходимости это время можно сократить, если применять при поливе сопутствующих культур переносные сифоны.

Конструкция переносного сифона для забора воды из лотков при уклоне менее критического детально отработана в лаборатории института «Средазпшрободхлопка».

В табл. 5.2 приведена техническая характеристика сифонов.

Таблица 5.2 Техническая характеристика сифонов

Наименование	Сис	Сифон		
	30СП В1	60CΠ B1		
Расчетный расход. л/с	30	60		
Расчетный перепад горизонта воды, см	30	50		
Диаметр трубы сифонов, мм	160	200		
Длина входного патрубка (по оси), мм	430	485		
Длина выходного патрубка, мм	546	710		
Вес сифона, кг	8,5	11,2		
Четная стоимость, руб.	2,67	3,54		

Картовые оросители выполненные в земляном русле сильно зарастают сорной растительностью, при поливе люцерны чек поливается за 48–60 часов. Для поддержания канала в рабочем состоянии за оросительный период необходимо производить окрашивание внутренних откосов и дна канала 5–6 раз.

Нормами предусматривается окрашивание сгребание и вынос сорной растительности высотой до  $0.7\,$  м, а камыша  $-3\,$  м, размеры канала по сечению: ширина по низу от  $0.7\,$  до  $1.5\,$  а ширина по верху от  $2\,$  до 5м глубина от  $1\,$  до  $3.5\,$  м

Картовые оросители выполненные в ж/б лотках не требуют очистки и не вызывают увеличения эксплуатационных затрат.

# 5.2. Разработка гасителей энергии для трубчатых водовыпусков

Большое количество ГТС на рисовых системах Казахстана из-за размывов и разрушений в нижнем бьефе требуют ремонта. Основными причинами размывов и разрушений нижних бьефов водовыпускных сооружений являются:

– неудачное конструктивное решение сопряжения потока на участке крепления нижнего бъефа (отсутствие или если она есть, то малоэффективная работа гасительных устройств для мелкозернистых пылеватых грунтов);

- неудовлетворительный гидравлический режим потока за сооружением, который характеризуется сбойностью течения, образованием боковых вальцов и обратных течений, а также нестабильностью направления течения основного потока по оси отводящего русла за креплением;
- несвоевременное проведение ежегодных текущих ремонтов по устранению частичных разрушений некоторых элементов водовыпускных сооружений.

Исследования существующих и разработка новых типов гасителей, для трубчатых водовыпусков рисовых систем, выполнены в гидравлической лаборатории КазНИИВХ на двух моделях в масштабе 1:10 и 1:20. Исследованы пять наиболее распространенных типов гасителей (рис. 5.4) гаситель САНИИРИ; гаситель УкрНИИГиМа; трубчатый гаситель БНИИГиМа; коробчатый гаситель конструкции США с Г-образной забральной балкой и коробчатый гаситель конструкции Средазгипроводхоза.

Исследования показали, что гаситель САНИИРИ при пропуске расхода от 2 до 4 м³/с обеспечивает сравнительно равномерное растекание потока в плане, при котором основной поток проходит через полукольцообразную часть гасителя, создавая тем самым наибольшую скорость в осевой части русла, а по бокам его образуются незначительные вальцы. С увеличением расхода от 5 до 10 м³/с длина веерообразной струи еще более удлиняется. Гаситель не обеспечивает равномерное растекание потока по ширине отводящего русла.

Проведенные исследований с трубчатый гасителем ВНИИГиМа показали, что поток при выходе из трубы равномерно растекается по всей ширине отводящего русла, но основная часть его поступает в сторону откосов, обуславливая образование обратного течения и водоворотных вальцов.

Трубчатый гаситель ВНИИГиМа обеспечивает хороший ражим сопряжения потока и более интенсивное гашение энергии в нижнем быефе при расходах до  $5 \text{ m}^3/\text{c}$ .

Коробчатый гаситель конструкций США имеет прямоугольное сечение в плане с ныряющими боковыми стенками и порогом, образующим в нижнем бьефе как бы водобойный колодец глубиной равной высоте порога. Исследование гасителя на модели 1:10 на расход до 4 м³/с показало, что ликвидируется сбойное течение и обеспечивается равномерное распределение скоростей потока при выходе в канал. Однако, необходимо отметить, что такая конструкция гасителя громоздка, дорогостоящая, легко засоряется и трудно поддается очистке.

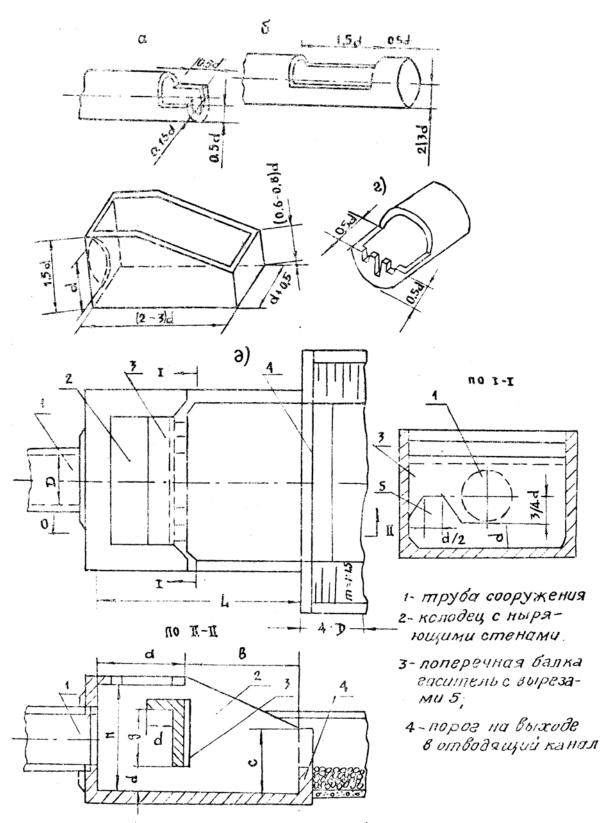


Рис. 5.4. Гасители энергии для трубчатых сооружений: а – гаситель САНИИРИ; б – трубчатый гаситель ВНИИГиМа; в – коробчатый гаситель Средазгипроводхоза; г – гаситель УкрНИИГиМа; д – коробчатый гаситель США

На таком же принципе основана работа коробчатых гасителей, разработанная Средазгипроводхозом для трубчатых водовыпусков. Исследования показали, что их работа аналогична работе коробчатых гасителей США и по эффективности они близки друг к другу.

Лабораторные исследования указанных конструкций гасителей энергии показали, что все они удовлетворительно работают на расходы до  $4\,\mathrm{m}^3/\mathrm{c}$ .

Разработка конструкций гасителей проводилась с установлением такой их формы, которая способствовала бы улучшению гашения энергии и рассредоточению потока, проходящему через сооружение и выпуску его в нижний бьеф в сравнительно спокойном состоянии. К таким гасителям относятся водобойные колодцы. При нахождении их вблизи сооружения, у выходного сечения трубы образуется водяная подушка, которая принимает на себя удар вытекающей струи и создает подтопление трубы со стороны нижнего бьефа. Но сам водобойный колодец в условиях пространственного сопряжения потоков, образующихся в нижних бьефах трубчатых сооружений, как самостоятельный тип гасителя является малоэффективным. Следовательно, необходима разработка таких типов гасителей, которые при совместной работе с водобойным колодцем устраняли бы эти недостатки. На основе проведенных исследований предлагаются: углубленный трубчатый гаситель; углубленный трубчатый гаситель с двухсторонним вырезом; углубленный трубчатый гаситель- противоток; балочный гаситель (рис. 5.5).

В отличие от существующих гасителей, в которых струя выходящая из трубы компактна, в предлагаемых гасителях она рассредоточивается по всей ширине русла, благодаря этом происходит равномерное распределение удельных расходов.

Как показывают эксперименты, сопряжение по типу углубленного водобоя вносит значительные изменения в режим потока, вызывая переформирование эпюры средних скоростей на послепрыжковом участке.

На участке сопряжения, средняя скорость потока по оси уменьшается примерно на 75 % от средней осевой скорости при выходе из трубы.

Эффективность гасителей, работающих в одних и тех же условиях, при сопряжении бурного потока со спокойным, в общем случае монет быть оценена по глубине воронки размыва. Критерий по глубине воронки размыва учитывает весь комплекс факторов, участвующих в динамическом воздействии. Однако проведение опытов на размываемой модели требует соблюдения определенных граничных условий, как на входе на размываемый участок, так и на выходе из него. Кроме того, исследования должны проводиться в автомодельной области, т.е. при достаточно больших числах Рейнольдса, когда наступает квадратичный закон сопротивления. Необходимо отметить, что при неудачном под-

боре размываемого грунта результаты опытов не дают полной качественной характеристики явления и поэтому могут оцениваться весьма приближенно. Однако при наличии в нижнем бьефе размываемого материала с постоянными физико-механическими свойствами, небольшие отклонения от подобия граничных условий вполне допустимы и по результатам исследований можно дать сравнительную оценку эффективности различных типов гасителей.

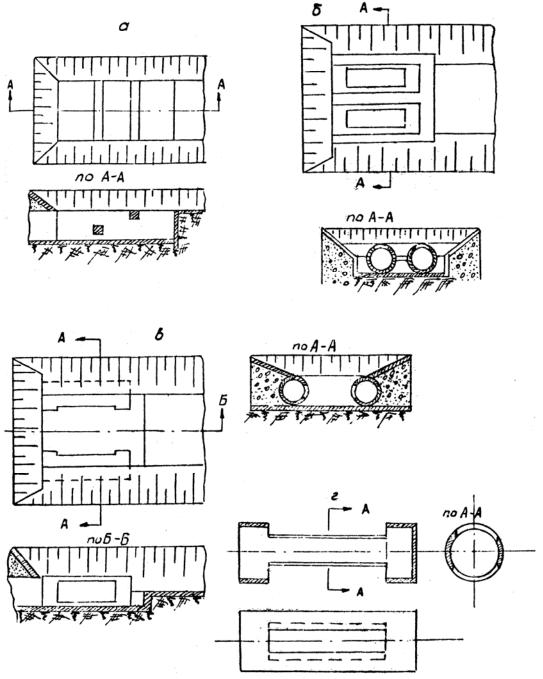


Рис. 5.5. Разработанные новые типы гасителей для трубчатых гасителей: а — балочный гаситель; б — углубленный трубчатый гаситель; в — углубленный трубчатый гаситель-противоток; г — трубчатый гаситель с 2-сторонним вырезом

С этой целью на модели одноочкового водовыпуска масштаба 1:10 при расходах от 2 до 4 м³/с в натуре, было проведено 12 серий опытов, а на модели двухочкового водовыпуска масштаба 1:20 9 серий опытов при расходах в натуре от 6 до 10 м³/с. Исследования проводились по единой методике и при одних и тех же параметрах потока и характеристиках размываемого грунта.

Эффективность гасителей оценивалась по глубине размыва дна русла путем их соответствующего сопоставления.

Размываемым материалом на моделях был принят песок средней крупности 0,75 мм. В данном случае грунт не моделировался, так как для окончательного выбора рационального типа гасителя сопоставляли глубину воронки размыва при одинаковых граничных условиях. Длину крепления за гасителями принимали от 2d до 8d. Размываемый участок в нижнем бъефе моделировался длиной 40 и 80 м в натуре. Опыты проводились при числе Рейнольдса на модели более 4000. Смоделированные сооружения являются прототипами трубчатых водовыпусков типовых проектов «Союзгипрорис» БРТП-100–200 с перепадами от 0,5–2,0 м.

Эффективность гасителей оценивалась по глубине размыва дна русла путем их соответствующего сопоставления. Размываемым материалом на моделях был принят песок средней крупности 0,75 мм. В данном случае грунт не моделировался, так как для окончательного выбора рационального типа гасителя сопоставляли глубину воронки размыва при одинаковых граничных условиях. На одноочковом сооружении исследовались следующие гасители: гаситель САНИИРИ; гаситель УкрНИИГиМа; трубчатый гаситель ВНИИНиМа; коробчатый гаситель конструкции На модели двухочкового сооружения исследовались: гаситель САНИИРИ; гаситель УкрНИИГиМа; трубчатый гаситель ВНИИНиМа; углубленный трубчатый гаситель-противоток; углубленный трубчатый гаситель с двухсторонним вырезом.

Эффективность гасителей может быть охарактеризована коэффициентом, определяемым соотношением глубины воронки размыва при наличии сопоставляемого гасителя к глубине воронки размыва за углубленным трубчатым гасителем, показавшим наибольшую эффективность. Если условно принять, что углубленный трубчатый гаситель имеет размывающую способность, равную единице, то размывающую способность других гасителей можно представить в долях от него. На основе графических данных и анализа выполненных экспериментов

можно установить следующие коэффициенты размывающей способности:

- а) одноочковый водовыпуск:
- гаситель ВНИИГиМа 1,4-2,1; коробчатый гаситель Средазги-проводхоза 2,1-3,4; гаситель САНИИРИ 1,7-2,0; гаситель Укр-НИИГиМа 1,4-2,0; гаситель США 1,5-2,7; углубленный балочный гаситель 1,2-1,6; углубленный трубчатый гаситель с двухсторонним вырезом -1,1-1,4; углубленный трубчатый гаситель 1,0.
  - б) двухочковый водовыпуск:
- гаситель УкрНИИГиМа 2,7-4,0; гаситель САНИИРИ 2,5-5,0; гаситель ВНИИГиМа 1,4-3,0; углубленный трубчатый гаситель с двухсторонним вырезом 1,3-1,4; трубчатый гасительпротивоток 1,0.

Таким образом, для трубчатых водовыпусков наиболее целесообразно применение гасителей ударно-перераспределительного воздействия. Гидравлический режим потока за существующими гасителями при пропуске расходов от 2 до 4 м³/с удовлетворительный, а при расходах от 4 до 10 м³/с характеризуется наличием сбойных течений и неравномерным распределением удельных расходов и скоростей по глубине и ширине потока.

Предлагаемые гасители для трубчатых водовыпусков расходом до  $10 \text{м}^3/\text{c}$  обеспечивают более равномерное распределение удельных расходов по ширине отводящего русла, способствуют уменьшению глубины местного размыва в 1,5-2,0 раза и позволяют сократить затраты на ремонтно-восстановительные работы.

#### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В рисосеющих зонах Казахстана применяются два основных типа рисовой карты: карта Краснодарского типа и карта-чек широкого фронта затопления и сброса воды. Карта Краснодарского типа, разделенная на спланированные чеки, является основной во всех рисосеяния. Карта-чек широкого фронта затопления и сброса появилась сравнительно недавно и из-за специфических почвенно-гидрогеологических условий не находит широкого применения. Существующие конструкции рисовых оросительных систем — это завершение длительных поисков технических решений, соответствующего технологии производства риса в условиях социалистического сельского хозяйства, но в специфических почвенно-гидрогеологических условиях рисосеющих зон Казахстана эти конструкции не всегда и везде обеспечивают получение высоких урожаев риса и сопутствующих культур.

Рациональным режимом орошения риса на слабозасоленных почвах является укороченное затопление. Суть, которого заключается в следующем: всходы риса получают при увлажнительных поливах, с появлением всходов после применения гербицидов посевы риса:

- затапливают 10–15 см слоем воды, в фазе кущения слой воды снижается до5 см, после кущения до молочно-восковой спелости риса слой воды поддерживается на уровне 10 см. В конце фазы молочно-восковой;
- спелости риса подача воды прекращается, вода из чеков не сбрасывается, а остается до полного впитывания.

На засоленных землях с содержанием солей 3,0 и более процентов рациональным режимом орошения риса является постоянное затопление с периодическими сбросами до фазы кущения. После посева риса создается 10–12 см слой воды, который поддерживается 5–6 дней, а затем полностью сбрасывается. После сброса сразу производится повторное затопление и затем воду снова сбрасывают.

Подобную операцию проделывают несколько раз до фазы кущения, в зависимости от степени засоления почвы и минерализации воды в чеках, с тем чтобы не допустить увеличения солей в воде более 2,5 г/л. С фазы кущения режим орошения аналогичен укороченному затоплению.

Оросительные нормы для риса изменяются в зависимости от почвено-мелиоративных и климатических условий. В Кзыл-Ординской области оросительные нормы (нетто) на инженерных системах 20–23 тыс. м<sup>3</sup>/га; для Кзыл-Кумского массива, Чимкентской области –

22-25 тыс.  ${\rm m}^3/{\rm г}$ а: на Акдалинском массиве, Алма-Атинской области – 22-28 тыс.  ${\rm m}^3/{\rm г}$ а.

Величины гидромодуля в период затопления равны: для чека 16,8 на Кзыл-Ординском, 11,6–11,9 на Кзыл-Кумском и 9,7 л/с га на Акдалинском массивах.

В период поддержания слоя воды на рисовых чеках гидромодуль для рисового чека и карта равен 1,9–2,1 на Кзыл-Ординском и Кзыл-Кумском массивах и 4,0 л/с·га на Акдалинском массиве.

Рациональным режимом орошения люцерны является режим поддерживающей предполивной порог влажности на уровне  $70-80\,\%$  от ППВ для поддержания требуется 2 полива нормой  $1600\,\mathrm{m}^3/\mathrm{ra}$ 

Коллекторно-дренажная сеть на рисовых системах, выполненная в виде открытых каналов глубиной 1,5–3,0 м, находится в неудовлетворенном состоянии, но обеспечивает необходимый отвод дренажных и грунтовых вод с орошаемой территории.

Неудовлетворительное состояние коллекторно-дренажной сети заключается в том, что откосы каналов окрашивают, поперечное сечение деформируется, каналы заиливаются и зарастают, глубина дрен и коллекторов уменьшается, происходит подъем уровня грунтовых вод, наблюдается вторичное засоление земель.

Механизированная очистка с доведением сечения дрен до проектных отметок желаемого эффекта не дает; после затопления рисовых чеков, откосы на вновь очищенных каналах оплывают, поперечное сечение деформируется, ширина каналов по верху увеличивается в два раза и более, глубина уменьшается на 85–90 см.

В связи с оплыванием и заилением картовых сбросов, дренособирателей и коллекторов дренажный модуль их значительно уменьшается. Так, если дренажный модуль незаилившегося картового сброса равен 0.36-0.40, дренособирателей, коллекторов 0.4-0.6 л/с·га то после оплывания и обрушения откосов он снижается до 0.20-0.32 л/с·га

Такой дренажный сток не обеспечивает снижение уровня грунтовых вод в период осушения рисовых чеков для проведения механизированной уборки риса.

Солевой баланс опытных участков, где изучался режим орошения риса складывался по типу рассоления на два-три года возделывания риса количество солей в 0–3,0 м слое почвы оставалось 20–30 % от исходного, основное количество солей (50 и более процентов) вызывалось в первый год возделывания риса. После трех лет возделывания риса при рациональном режиме орошения среднезасоленные и сильно-засоленные участки становились слабо засоленными с общим содержанием солей не более 0,246 %, а кол-во вредных солей хлора – 0,011 %

На неорошаемой территории, прилегающей к рисовым полям, наблюдается интенсивное засоление. Содержание солей два-три года в почве профиле увеличивается в 4–5 раз, причем максимальное количество солей сосредотачивается в верхнем слое почвы — 3 и более процентов. Почвы становятся сильнозасоленными, тип засоления хлоридно-сульфатный.

Анализ годовых солевых балансов севооборотных участков показывает, что орошение риса приводит к рассолению почв рисовых полей, не решает вопросов коренной мелиорации земель рисосеющих массивов севооборотов. В многолетнем разрезе прогрессирует засоление почв. Так на Кзыл-Ординском массиве в течение трех лет количество солей в метровом слое увеличилось от 1,97 до 3,3 %. Аналогичное явление наблюдается и на других рисосеющих массивах.

Это происходит из-за того, что открытая коллекторно-дренажная сеть не обеспечивает необходимый отвод дренажных и грунтовых вод с орошаемой территории.

Грунтовые воды на рисовых системах имеют четко выраженный сезонный ход, амплитуда их колебаний доходит до 3,0 м. Самый высокий уровень соответствует периоду орошения, а низкий относится к межполивному периоду.

Минерализация грунтовых вод под рисовым полем уменьшается на 2 и более  $\Gamma/\pi$ , а неорошаемой территории значительно увеличивается, с установлением сульфатно-хлоридного типа засоления.

Закрытый горизонтальный дренаж на рисовой системе обеспечивает устойчивое рассоление почвогрунтов, отвод дренажных и грунтовых вод с орошаемой территории, ликвидирует опасность реставрации засоления. Приток воды в закрытую дрену, в период орошения риса, не зависит от междренного расстояния, а зависит от конструкции дренажа, и как он выполнен по длине рисовой карты или поперек чековыми валиками. У дрен, построенных по длине рисовой карты из керамических раструбных канализационных труб, приток воды в период поддержания составил 2,87–2,96 м³/сут на 1 п.м, из асбестоцементных труб с перфорацией – 1,94 м³/сут 1 п.м. В период осушения рисовых чеков – 0,82 и 0,61 м³/сут 1 п.м.

У дрен, построенных из асбестоцементных труб с перфорацией под чековыми валиками в период орошения приток воды составил 1,4 1 п.м и  $0,44~{\rm m}^3/{\rm cyr}$  1 п.м при осушении рисовых чеков.

За 10–15 дней осущения закрытый горизонтальный дренаж обеспечивает понижение уровня грунтовых вод до 1,6–1,8 м от поверхности земли. Открытая дренажно-сбросная сеть перестает дренажировать на 6–8 сут осущения и понижает грунтовые воды на глубину 0,8–1,2 м.

Дренажное действие закрытого горизонтального дренажа в 1,5–2,0 раза выше по сравнению с открытыми каналами дренажно-сбросной. Закрытый дренаж позволяет регулировать дренажный сток.

При выращивании сопутствующих культур расход воды по дренам поливной нормы и междренного расстояния колеблются от 0,13–2,223 л/с.

Солевой баланс расчетного 0–0,3 м слоя опытного участка складываются по типу расслоения. Запасы солей в расчетном 3м слое за 2 года возделывания риса уменьшается с 340,4 до 161,9 т/га из них более 50 % (120 т/га) вымыто в первый год. В метровом слое количество солей уменьшилось с 126 до 69,4 т/га. Во время выращивания люцерны увеличение запасов к реставрации засоление солей в почве не наблюдается.

Моделирование нестационарной фильтрации на интеграторе ЭГДА-9/60 показало, что метод электрогидродинамической аналогия приемлем для рисовых оросительных систем и дает достоверные результаты.

Определение скорости снижения уровня грунтовых вод под рисовой картой на плановой модели позволило сделать вывод, что скорость снижения находится в прямой зависимости от средне взвешенного коэффициента фильтрации и в первые 12 суток равная: 1,67 см/сут, 4,27 м/сут и 6,25 м/сут при коэффициентах фильтрации соответственно равных 2,3 м/сут, 3,3 м/сут, 4,7 м/сут.

Сравнение результатов опытов с полевыми данными показывает, что основную роль в снижении уровня грунтовых вод играет не мелкая дренажно-сборная сеть, а испарение с поверхности грунтовых вод и естественная дренированность территории.

Расчет междренных расстояний закрытого горизонтального дренажа глубиной закладки 2,0 м на ЦВМ показал, что основным междренным расстоянием для Кзыл-Кумского массива является 400–500 м. Расчеты еще раз подтверждает, что принятые проектом междренные расстояния на Кзыл-Кумском массиве отвечают условиям выращивания риса и сопутствующих культур.

Исследования работы вертикального дренажа показано перспективность применения его на рисовой системе Кзыл-Кумского массива, который обеспечивает рассоление почвогрунтовой толщи, опреснение грунтовых вод, снижает дефицит оросительной воды за счет использования для полива откачивавшие грунтовых вод.

Снижение грунтовых вод распространяется на расстоянии до 660 м с зоной активного влияния — 225 м. Скорость понижения уровня грунтовых вод при включении скважин вертикального дренажа составляет 10-20 см/сут. Минерализация откачиваемых грунтовых вод составляет

1,2-1,6 г/л, использование ее на орошение уменьшает дефицит оросительной воды на 25-30 %.

Карта-чек широкого фронта затопления и сброса по таким показателям, как коэффициент земельного использования, производительность труда поливальщиков и сельскохозяйственной техники, количество водовыпусков на один гектар превосходит карты Краснодарского типа. Но в условиях Казахстана, где рис возделывается на аллювиальных, лугово-сероземных почвах, с большой пестротой по механическому составу, на карто-чеках наблюдается ухудшение мелиоративного состояния земель: происходит обрушение откосов и заиление ОС, подъем уровня грунтовых вод, ороситель сброс (ОС) в летний период сильно зарастает камышом, полив люцерны затрудняется, урожай составляет 10–13 ц/га. Все это приводит к вторичному засолению земель к снижению урожая риса и выпаду земель из сельхозосвоения.

Оросительные каналы на рисовых системах строятся в земляном русле. Грунты по трассам каналов в основном легкого и сродного механического состава, поэтому потери воды на фильтрацию составляют значительную величину. Высокие температуры воздуха в период вегетации способствуют зарастанию каналов сорной растительностью (водорослями, камышом) снижают пропускную способность каналов и требуют эксплуатационных затрат на поддержание их в рабочее состояние. Фильтрация волы из каналов — непроизводительные расходу воды, которые способствует повышению уровня грунтовых вод, ухудшение мелиоративного с ост они и я системы и увеличению затрат воды на единицу урожая. Механизированная очистка грунтовых, хозяйственных и нехозяйственных каналов возможна, что нельзя сказать о картовых оросителях.

Их очистка требует значительных затрат людских сил и ресурсов. В связи с этим строительство картовых оросителей из железобетонных лотков позволит избежать этих затрат, сведет к минимуму расходы воды на фильтрацию и обеспечит постоянную пропускную способность оросителей во времени, что особенно важно для выращивания риса и сопутствующих культур.

Рисовые оросительные системы характеризуются наличием большого количества гидротехнических сооружений. Обследование их состояния показало, что основная масса сооружений находится в неудовлетворительном состоянии, причинами этого являются:

• несвоевременное проведение ежегодных текущих ремонтов по устранению частичных разрушений некоторых элементов водовыпускных сооружений;

• размыв нижнего бьефа сооружений вызванный малоэффективной работой гасительных устройств в мелкозернистых пылеватых грунтах.

Для улучшения конструкции водосбросных сооружений с целью уменьшения глубины размыва, необходимо перераспределение скоростей по вертикали и выравнивание удельных расходов по ширине русле, что может быть достигнуто на основе активного воздействия на естественную структуру потока.

Этим требованиям отвечают разработанные в гидротехнической лаборатории КазНИИВХ конструкции гасителей энергии ударно-перераспределительного воздействия, которые являются наиболее эффективными по сравнению с существующими типами.

Предлагаемые гасители для трубчатых водовыпусков расходом до  $10\text{м}^3/\text{c}$  обеспечивают равномерное распределение удельных расходов по ширине отводящего русла, способствуют уменьшению глубины местного размыва в 1,5-2,0 раза и позволяют сократить затраты на ремонтно-восстановительные работы.

Разнообразие природных условий в рисосеющих районах не позволяют создать универсальную рисовую карту. Она должна быть дифференцирована с учетом природных особенностей района и экономической эффективности возделывания риса и сопутствующих ему культур.

Работы по совершенствованию рисовой карты необходимо вести в двух направлениях: по пути совершенствования рисовой карты на перспективу и совершенствования существующих карт на базе применения передовых способов и техника полива, автоматизации подачи и распределения воды.

Материалы исследований позволяют считать, что в Казахстане с его специфическими почвенно-гидрогеологическими условиями могут найти широкое применение конструкции рисовой системы краснодарского типа со следующими конструктивными элементами:

- первичные дрены делать закрытыми;
- применять вертикальный дренаж;
- картовые оросители выполнять из железобетонных лотков;
- использовать на оросительных каналах гасители конструкций КазНИИВХ.

Применение этих конструктивных элементов позволит:

- сократить фильтрацию из оросительных каналов на 30-35 %;
- целенаправленно и активно регулировать режим почвогрунтов и грунтовых вод;

- $\bullet\,$  сократить эксплуатационные затраты связанные с поддержанием картовых оросителей в рабочем состоянии на  $80{-}85~\%$
- использование откачиваемых грунтовых вод на орошение риса уменьшит дефицит оросительной воды на 25–30 %;
- целенаправленно и активно регулировать водно-солевой режим почвогрунтов и грунтовых вод;
- ullet улучшить мелиоративное состояние территории, повысить урожай риса на  $10{-}12$  ц/га.

#### 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.: Гидрометеоиздат.— 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. Х. 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 ТИИЙМСХ. 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. C.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 осущения 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 дренаж-носбросная сеть на рисовом 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 мелиорадия. 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.  $\sim$ М.: Сельхозиздат, 1962. 0 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 солонцовой 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 nuds of rice / V. Vamadevan, N. Datane// Acta. Agron. Acad Scient 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

Глава 1. ПРИРОДНО-КЛИМАТИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ7
Глава 2. РАЦИОНАЛЬНЫЙ РЕЖИМ ОРОШЕНИЯ РИСА И СОПУТСТВУЮЩИХ КУЛЬТУР
2.1. Режим орошения риса       13         2.2. Оросительная норма риса и ее составляющие элементы       15         2.3. Техника полива риса       32         2.4. Режим орошения и техника поливы люцерны       36         2.5. Динамика солевого режима почвогрунтов и грунтовых вод       41
Глава З. КОНСТРУКЦИЯ РИСОВОЙ КАРТЫ
3.1. Состояние вопроса
4.1. Открытая дренажно-сбросная сеть
5.1. Оросительные каналы       104         5.2. Разработка гасителей энергии для трубчатых водовыпусков 109         ЗАКЛЮЧЕНИЕ       116         БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК       123

Н	[av	ное	ИЗ	ла	ни	$\epsilon$
	,	11100	110	$\mu$		_

Круглов Леонид Васильевич

## РАЗРАБОТКА КОНСТРУКТИВНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ РИСОВЫХ ОРОСИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ

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 №317.