

### **2.3. УПРАВЛЕНИЕ ВОДНО-СОЛЕВЫМИ ПРОЦЕССАМИ НА ОРОШАЕМЫХ ЗЕМЛЯХ ПУТЕМ ПРОМЫВОК И ПРОМЫВНОГО РЕЖИМА ОРОШЕНИЯ НА ФОНЕ РАЗЛИЧНЫХ ТИПОВ ДРЕНАЖА**

#### **ВВЕДЕНИЕ**

В настоящее время из 7,7 млн.га (1994 г.) орошаемых земель Центральной Азии, по оценкам Гипроземов суверенных Государств, более 65 % (5.2 млн.) относятся к категории засоленных земель. В то же время почти вся площадь перспективного орошения в той или иной мере засолена. На засоленных землях республика теряет не только определенный объем сельскохозяйственной продукции, но и значительные водные, трудовые и материальные ресурсы.

Борьба с засолением орошаемых земель всегда считалась важнейшей проблемой орошаемого земледелия.

Сейчас мелиоративная наука и практика имеют отработанные приемы рассоления почв - промывки земель на основе усиления дренированности территории путем строительства дренажа. В связи с этим уже разработаны теоретические аспекты расчета промывки земель и дренажа, основанные на изучении закономерностей формирования запасов солей в естественных условиях и теории физико-химической гидродинамики движения потока и рельефно-почвенных условий, отработаны техника и технология рассоления почв при капитальных и эксплуатационных промывках.

В то же время за последние годы в республиках Средней Азии и районах Казахстана резко изменилась водохозяйственная обстановка. Повсеместно наблюдается острый дефицит водных ресурсов, возникающий в связи с развитием орошаемого земледелия и пересмотром лимитов воды ухудшается качество оросительных вод в источниках орошения за счет возврата в них коллекторно-дренажного стока. Часто повторяются периоды затяжных маловодий с положительным температурным режимом в зимние месяцы и скудными осадками весной.

Изменение водохозяйственной обстановки требует несколько иного подхода к выбору и проведению рассоляющих мероприятий. Это, прежде всего, увязка площадей, подлежащих промывке, с промывными нормами воды; необходимость определения оптимального срока эксплуатационных промывок; разработка мероприятий по ускорению выноса солей из активной толщи и ряд других мероприятий. Кроме того, в последние годы все больше в сельскохозяйственный оборот вовлекаются трудномелиорируемые сильнозасоленные почвы. Повышение плодородия этих земель также требует разработки специальных мероприятий как по рассолению земель, так и по выращиванию проектного урожая сельскохозяйственных культур.

В отчете по промывке почв по результатам натурных исследований, проведенных в различных природно-хозяйственных условиях бассейна Аральского моря показана возможность ускоренного рассоления почв и повышения продуктивности орошаемых земель при усложнившихся водохозяйственных условиях путем усиления дренированности территории и комплекса агротехнических мер: проведение капитальных и эксплуатационных промывок с применением глубокого рыхления, химмелиорантов и без них.

В составе регистра по промывке представлена информация по 7 опытно-производственным участкам, из которых 4 по республике Узбекистан (Голодная степь),

1 по Южному Казахстану (Арысь-Туркестанский массив), 1 по республике Кыргызстан (Чуйская долина) и 1 по республике Таджикистан (Вахская долина) (табл.1). В процессе анализа информации были привлечены результаты натурных исследований по капитальным и эксплуатационным промывкам почв на фоне различных типов дренажа, полученные в различных природно-хозяйственных условиях Узбекистана.

Таблица 1

Перечень пилотных проектов по направлению II  
**“Опытно-производственные исследования рассоления орошаемых земель  
 путем промывки почв”**

Код	№№ участ-ков	Услов-ное обозна-чение	Авторы	Местоположение			Название тем
				область	район	хозяйство	
1	2	3	4	5	6	7	8
02.39	1		Якубов Х.И.	Сырдарь-инская	Сайхуна-бадский	50 лет Узбекистана	Исследование и разработка технологии ускоренного рассоления сильнозасоленных гипсированных почв путем проведения капитальных промывок через посеvy риса и без него на ОПУ систем вертикального дренажа в совхозе 50 лет Узбекистана Сайхунабадского района Сырдарьинской области (опыты в 3 вариантах)
02.3	2		Батурин Г.Е.	Сырдарь-инская	Рашидовс-кий	6-совхоз им.Титова	Опытно-производственные участки промывок земель с системами закрытого и открытого дренажа в совхозе №6 им.Г.Титова в новой зоне Голодной степи (продолжительность опыта 3 года)
02.34	3		Климова Г. Беглов Ф.Ф.	Сырдарь-инская	Рашидовс-кий	5-совхоз им.Ю.Гагарина	Двухстадийная промывка сильнозасоленных земель на фоне закрытого дренажа с усилением временного дренажа в совхозе 5 им.Гагарина (опыты в 2 вариантах)
02.13	4		Хасанхано-ва Г.М.	Сырдарь-инская	Рашидовс-кий	“Пахтакор”	Разработка интенсивной технологии промывок трудномелиорируемых земель (Голодная степь - опыты проводились в 6 вариантах)

Продолжение табл.1

1	2	3	4	5	6	7	8
02.4	5		Вишпольский Ф.Ф.	Чимкентская	Бугунский	Тимирнязов	Улучшение водопользования и рассоления почв на фоне горизонтального дренажа
02.5	6		Дюнов И.К.	Чуйская	Московский	Беш-Терек	Промывка через затопляемый рис на фоне горизонтального дренажа в сочетании с временным и без него (опыты проводились в 2-х вариантах)
02.8	7		Алиев И.С.	Хотланская	Бахтарская	к-з им.Сафарова	Оценка эффективности разных видов промывок засоленных почв на фоне вертикального дренажа

### **2.3.1. ВЛИЯНИЕ ЗАСОЛЕНИЯ НА ПРОДУКТИВНОСТЬ ОРОШАЕМЫХ ЗЕМЕЛЬ**

Засоление почв в аридной зоне является одним из главных факторов, снижающих продуктивность орошаемых земель. Оно возникает за счет перераспределения легкорастворимых солей, накопленных в толще четвертичных отложений в геологическом периоде их формирования. Процесс перераспределения запасов солей и засоление почв зависят от многих климатических, геологических и гидрогеологических условий. Чем суше и континентальнее климат, тем больше степень засоления. Сильнозасоленные почвы чаще всего встречаются в пустынных и полупустынных зонах, а с переходом в степную зону степень засоления несколько ослабевает.

В.Ковда (1968) в географии процессов формирования засоленных почв различает несколько циклов соленакопления.

I. Континентальные, связанные с движением, перераспределением и аккумуляцией углекислых, сернистых и хлористых солей во внутриматериковых бессточных областях. При этом в зависимости от характера процессов соленакопления (аккумулятивный или перераспределительный) выделяются первичные и вторичные циклы соленакопления (Фергана, Голодная степь).

II. Приморские, связанные с аккумуляцией морских солей.

III. Дельтовые (дельты рек Амударьи, Сырдарьи и др.).

IV. Артезианские, связанные с испарением межпластовых подземных вод.

V. Антропогенные, являющиеся следствием ошибок в хозяйственной деятельности человека или результатом незнания закономерности соленакопления (засоление почв при подъеме уровня грунтовых вод, орошение минерализованными водами).

В республиках среднеазиатского региона и Южном Казахстане наиболее распространен процесс засоления почв за счет III и V и частично I и IV циклов соленакопления.

Процесс соленакопления почв тесно связан с геоморфологическими, гидрогеологическими условиями, а при развитии орошения и с качеством оросительной воды. В геоморфологическом отношении гипсометрически высоко расположенные земли, обладающие крутыми склонами и высокой естественной дренированностью (предгорные склоны) в большинстве своем не подвергаются засолению.

С переходом к низменностям происходит резкое изменение геоморфолого-литолого-гидрогеологических условий и ухудшение дренированности территории. В связи с этим засоленные почвы чаще всего приурочены к низменной части рельефа. Это - поймы и дельты, межгорные впадины и межконусные понижения, низкие речные и приморские террасы. Земли, расположенные на этих геоморфологических структурах, не дренированы или слабо дренированы. На этих землях при орошении обычно нарушается баланс грунтовых вод. Увеличение инфильтрационного питания при отсутствии или слабой естественной дренированности территории вызывает подъем грунтовых вод. Скорость подъема зависит от величины инфильтрационного питания и естественной дренированности: чем больше питание и меньше дренированность территории, тем больше скорость подъема уровня подземных вод.

При подъеме грунтовых вод наблюдается обогащение их минеральными солями за счет выщелачивания последних из почвогрунтов.

Сам процесс засоления почв в большинстве случаев связан с соленакоплением под влиянием испарения грунтовых вод. Поэтому интенсивность засоления почв зависит от глубины залегания и минерализации грунтовых вод, а также механического состава почв, определяющего капиллярные свойства. Чем ближе залегает уровень грунтовых вод к дневной поверхности и выше минерализация, тем больше скорость накопления солей. Для лессовых грунтов Средней Азии интенсивное испарение грунтовых вод начинается с глубины 2,5-3,0 м и зависит от механического состава почвогрунтов. С приближением уровня грунтовых вод к дневной поверхности интенсивность испарения достигает максимального значения. Так, при глубине грунтовых вод 0,5 м расход их запаса на испарение в зависимости от типа почв изменяется в пределах 700-900 мм в год на хлопковом и 900-1200 мм на люцерновом поле. При снижении глубины грунтовых вод ниже 3 м величина испарения составляет соответственно - 50-60 мм и 80-120 мм в год (рис.1а).

В то же время интенсивность соленакопления определяется не только объемом испарения, но и минерализацией грунтовых вод. В условиях близкого залегания грунтовых вод (0,5-1,0 м) соленакопление в корнеобитаемом слое может, в зависимости от их минерализации, составить 150-180 т/га в год. Со снижением уровня грунтовых вод ниже 2,5-3,0 м наблюдается резкое уменьшение интенсивности соленакопления - 5-10 т/га в год (рис.1б). Следовательно, предупредить реставрацию засоления можно путем поддержания уровня грунтовых вод ниже "критической" их глубины и снижением минерализации.

Другим источником соленакопления в аридной зоне служит оросительная вода, в составе которой содержится определенное количество легкорастворимых солей. Интенсивность соленакопления за счет оросительной воды также зависит от объема водоподдачи и минерализации и может составить 15-20 т/га в год. В современных условиях засоление почв за счет оросительной воды приобретает более опасный характер из-за возврата части коллекторно-дренажного стока в реки. В этом отношении наиболее опасной зоной являются земли, расположенные в среднем и нижнем течении рек, где минерализация воды в отдельные месяцы достигает 1,5-2,5 г/л.

При этом наиболее сильное засоление, как по охвату площади, так по степени соленакопления в почвенном слое имеют земли, расположенные в низовьях Сырдарьи, Амударьи и Зарафшана, где УГВ залегает близко к поверхности земли, и оросительная вода имеет более высокую минерализацию >1.0 г/л. В этих условиях, в основном, формируется поверхностное засоление с накоплением солей в 1-1.5 м слое. В Каракалпакской республике и Бухарской области засоленные почвы составляют более 55-60 % от общей площади орошения. Здесь на перелогах степень засоления почвенного слоя достигает 15 % по сумме солей. Однако, самые большие запасы в покровных отложениях сосредоточены в межгорных котловинах и озерных отложениях дельт крупных рек, таких как Голодная степь, Центральная Фергана, республика Каракалпакстан, Казалинский массив в Кызыл-Ординской области и др. В этих районах сильным засолением охвачены 10-20 м толщи почвогрунтов, запасы которых достигают 4-5 тыс.тн/га и формируют высокую минерализацию дренажного стока на 10 лет. Засоление, угнетая рост и развитие растений, наносит определенный ущерб урожайности сельхозкультур, для предотвращения которых расходуются

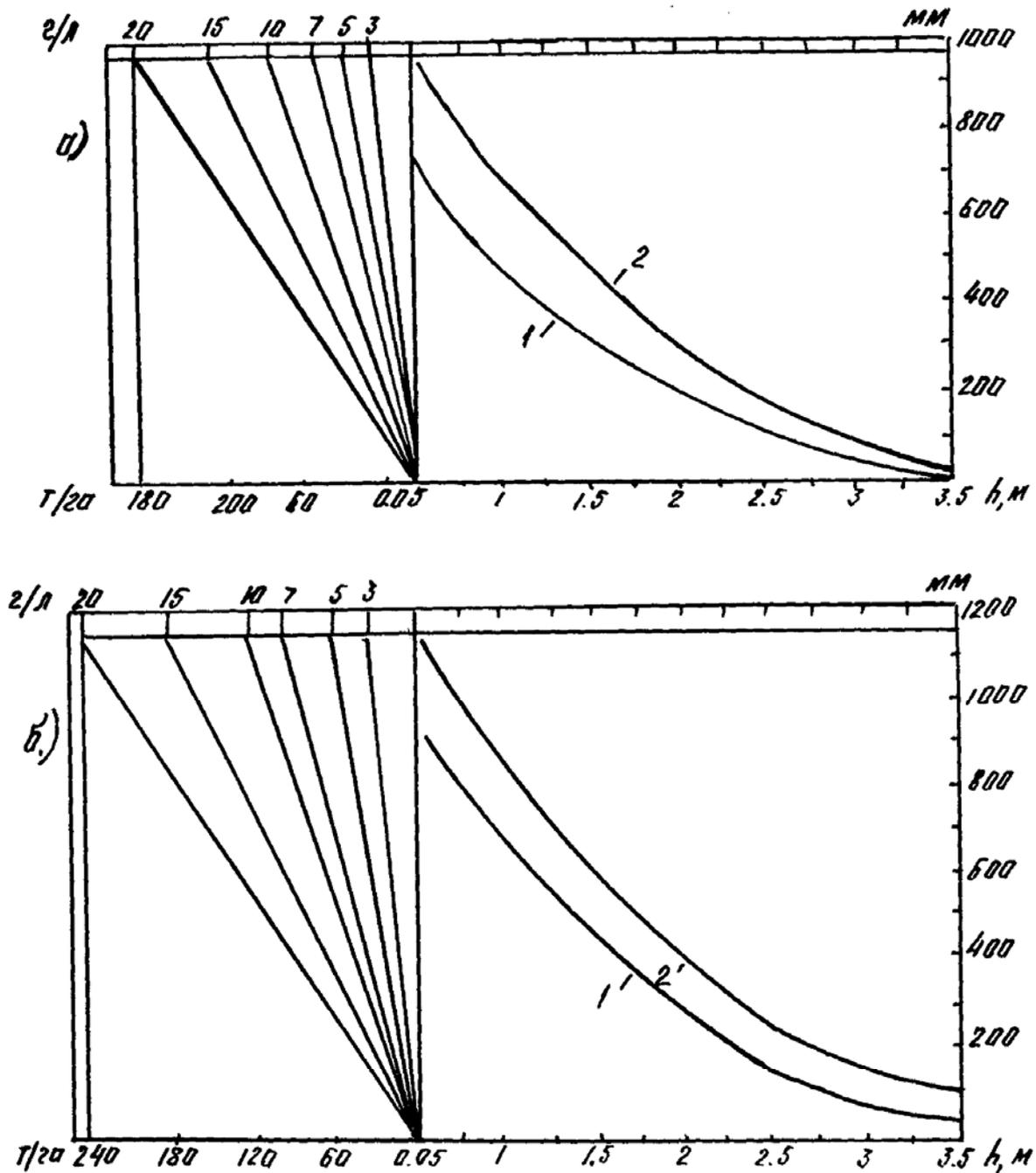


Рис. 1. Изменение испарения грунт. вод и накопление солей в корнеобитаемом слое в зависимости от глубины (данные С. Шмидта): а) супесчано-суглинистые почвы; б) суглинистые почвы

1 — хлопчатник, 2 — люцерна

огромные материально-технические и водные ресурсы.

Величина потери урожайности в результате засоления зависит еще от многих других факторов: увлажненности почвы, содержания и химического состава солей, солеустойчивости сельхозкультур.

Действие солей на растения также зависит от фазы их развития.

По материалам многочисленных натуральных исследований и массовых обследований хозяйств, расположенных на засоленных почвах, установлено, что на слабозасоленных землях урожайность на 8-10 % ниже, чем на незасоленных.

На средnezасоленных и сильнозасоленных почвах потери урожайности достигают 50-60 %, а на солончаках - более 70-80 % (рис.2).

На рост и развитие растений угнетающе действуют сильнее всего натриево-хлоридные соли, сульфаты действуют несколько слабее. В Узбекистане есть почвы сульфатного (Ферганская долина, большая часть Голодной, Каршинской степей), хлоридно-сульфатного (Голодная и Каршинская степи), сульфатно-хлоридного (Джизакская, Сурхан-Шерабадская степи) и хлоридного (низовья Амударьи) типов засоления. Основным приемом рассоления почв является промывка земель на фоне искусственного дренажа, технология которой освещается в отчете.

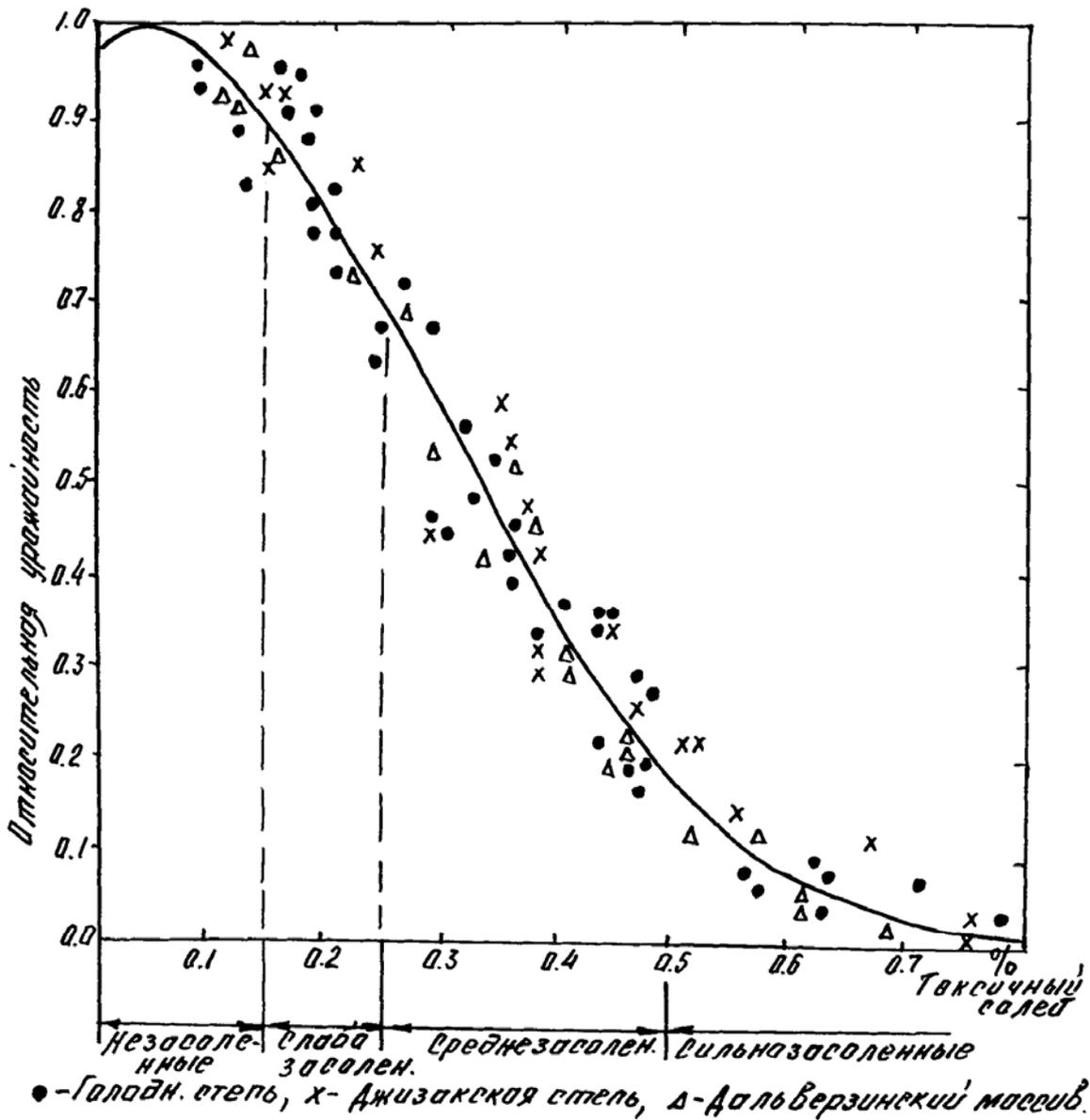


Рис. 2. Зависимость урожайности хлопчатника от засоления

## **2.3.2. НАТУРНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ РАССОЛЕНИЯ ПОЧВ ПУТЕМ ПРОВЕДЕНИЯ КАПИТАЛЬНОЙ ПРОМЫВКИ**

### **2.3.2.1. Условия проведения капитальных промывок**

Капитальные промывки проводятся при рассолении сильнозасоленных почв и солончаков и предназначены для единовременного опреснения корнеобитаемого слоя до необходимого предела. Они больше всего применяются на вновь осваиваемых землях. На староорошаемых землях капитальная промывка применяется при введении в сельскохозяйственный оборот сильнозасоленных внутриозисных переложных земель. Рассоление таких почв требует значительного объема воды (более 10 тыс.м<sup>3</sup>/га).

Проведение капитальных промывок требует создания более усиленной дренированности территории, чем при эксплуатационных. В связи с этим при капитальных промывках постоянный дренаж, рассчитанный из условия обеспечения требований эксплуатационного периода режима орошения сельхозкультур, усиливается временным. Временный дренаж работает только в период проведения капитальных промывок и, отводя излишек поверхностных вод, участвует в рассолении верхнего активного слоя почвы. При промывках основные требования предъявляют к глубине опресняемого слоя почвогрунтов, рассоляемого до предела, при котором обеспечивается нормальное развитие сельхозкультур. Поэтому норма капитальных промывок определяется исходя из условия рассоления корнеобитаемого слоя почвогрунтов с учетом степени и типа засоления, водно-физических свойств почв, а также дренированности орошаемых земель. При этом для пропашных культур в качестве расчетного слоя принимается 1-1,5 м, а для многолетних насаждений - 2,0 м.

На легких почвах со средней и сильной степенью засоления, где проницаемость  $K_f$  больше 0,5-1,0 м/сут, рассоление достигается промывной нормой порядка до 6,0-7,5 тыс.м<sup>3</sup>/га, а продолжительность ее проведения не превышает 1-1,5 месяца, капитальную промывку можно осуществлять без временного дренажа. Такие почвы обычно в сельхозоборот вводятся профилактическими промывками, проводимыми в эксплуатационный период работы дренажа. При этом наиболее высокий эффект по рассолению достигается при организации прерывистых промывок, с подачей воды тактами - 2,0-2,5 тыс.м<sup>3</sup>/га за один полив. Для повышения равномерности рассоления по площади промываемого поля подачу воды следует лучше всего осуществлять со средней полосы междурья путем затопления каждого чека в отдельности из временных оросителей. Затопление чеков осуществляется снизу вверх. Размеры чеков зависят от рельефных условий: чем больше уклон местности, тем меньше размеры чеков. Оптимальными являются чеки размерами 0,25-0,5 га для капитальных промывок, проводимых на легких почвах.

С утяжелением проницаемости и снижением солеотдачи почв увеличиваются нормы и длительность промывок и появляется необходимость во временном дренаже и усилении дренированности территории с помощью постоянных искусственных дрен (табл.2.1).

За критерий необходимости применения временного дренажа следует принимать коэффициент фильтрации, степень засоления и коэффициент солеотдачи почвогрунтов. Временный дренаж применяется при очень сильнозасоленных почвах и солончаках с коэффициентами фильтрации ниже 0.1-0.15 м/сут и солеотдачи  $L \leq 1.0-1.2$ . Мощность временного дренажа рассчитывается по прогнозу водно-солевого баланса.

Таблица 2.1

Классификационная схема рассоления метрового слоя почв  
и подготовка земель к освоению

Характеристика земель по проницаемости, м/сут	Дренированность почв, тыс.м <sup>3</sup> /га в год	Промывная норма, тыс.м <sup>3</sup> /га	Длительность промывки, месяц	Потребность во временном дренаже, м/га
Хорошо проницаемые, среднего и сильного засоления, $K_{\phi} > 1$	3,5 - 4,0	6,0 - 7,5	1,0 - 1,5	не обязат.
Среднепроницаемые, среднего и сильного засоления, $K_{\phi} = 0,3-1,0$	4,0 - 4,5	10 - 12	1,5 - 2,0	не обязат.
Пониженной проницаемости, среднего и сильного засоления, $K_{\phi} = 0,1-0,3$	4,5 - 5,0	12 - 15	1 - 3	50 - 100
Низкой проницаемости, среднего и сильного засоления, $K_{\phi} = 0,05-0,1$	5,0 - 6,5	15 - 25	3 - 5	150 - 200
Очень низкой проницаемости, среднего и сильного засоления $K_{\phi} < 0,05$	6,5	25	более 5	250 - 300

На средних по механическому составу почвах допускаются еще прерывистые промывки. Однако необходимость организации перерывов в процессе промывок наступает тогда, когда интенсивность выщелачивания солей и их остаточное содержание значительно уменьшаются. Для облегчения организации промывок на этих землях можно увеличить размеры чеков до 0,5-0,75 га с высотой валиков 0,6-0,7 м. Временный дренаж протяженностью 75-100 м/га и глубиной 0,8-1,0 м обеспечивает более равномерное опреснение почвы по всему профилю. Следует отметить, что на средних почвах на фоне вертикального дренажа равномерного рассоления почвогрунтов можно добиться без устройства временного дренажа. Это достигается путем усиления объема откачек в конце вегетации перед промывками и в процессе их проведения. Усиление объема откачек в конце вегетации и осенью обеспечивает большую свободную емкость почвогрунтов перед промывкой. Промывка земель при большой свободной емкости почвогрунтов резко повышает рассоляющий эффект воды. На тяжелых почвах наибольший эффект по рассолению дает промывка со сплошным затоплением. В этом случае допускается промывка по крупным чекам, размеры которых достигают одного гектара и более. При этом валики устраиваются высотой не менее 0,75 м; временные оросители чередуются временными дренами.

Многолетние натурные исследования, проведенные в различных почвенно-гидрогеологических условиях, показывают, что временный дренаж глубиной до 1,0 м и протяженностью 100-250 м/га в сочетании с постоянным позволяет ускорить срок опреснения почв с низкой проницаемостью -  $K_{\phi} < 0,10$  м/сут. Примером ускоренного рассоления почв низкой проницаемости (0,1-0,3 м/сут) с применением временного дренажа является промывка земель в совхозах. В то же время с уменьшением проницаемости почв меньше 0,1 м/сут увеличивается неравномерность рассоления почв. Почвы с проницаемостью  $K_{\phi} > 0,05$  м/сут относятся к категории трудномелиорируемых земель. Форсирование рассоления таких земель может быть

достигнуто применением различных методов воздействия на почвогрунты, обеспечивающих улучшение их структуры и промываемости. К ним, по Климовой Г. (1986 - 02.34) относятся следующие методы воздействия:

гидротехнические - боковые промывки, двухъярусные дрены и вакуумирование дренажа;

физико-технические - в качестве ускорения рассоления почв применяются постоянные электрообработки и омагниченные воды;

химические- применяются различные химикаты - структурообразователи, в частности, полимеры К-4, К-9 и др.;

гидробиотехнологические - в качестве гидробиотехнологических способов широко применяются различные культуры-освоители повышенной солеустойчивости;

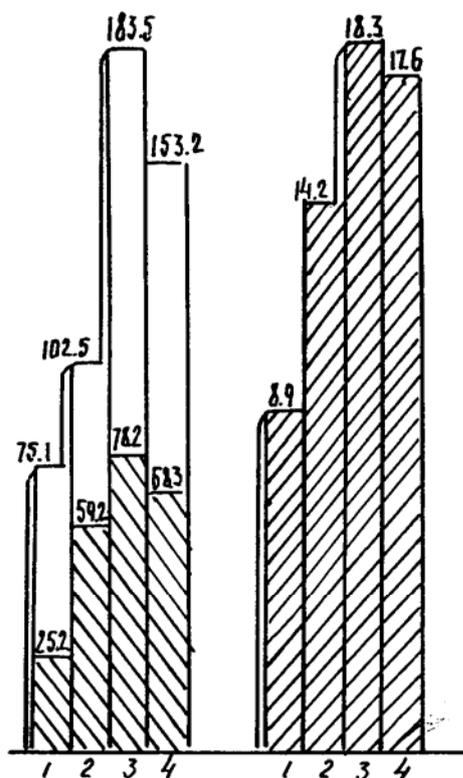
агротехнические - к этой категории мероприятий относятся такие приемы ускорения рассоления, как промывка через культуру риса, глубокая вспашка и рыхление с внесением органических удобрений, а также щелевание почв. Эффективность этих мероприятий наглядно видна по данным, представленным на рис.2.1.

Самый высокий эффект от промывки как по рассолению корнеобитаемого слоя, так и по повышению урожайности хлопчатника дало глубокое рыхление с внесением навоза в объеме 30 т/га. В этом варианте из активной зоны вынесено 183,5 т/га солей, в том числе 78,2 т хлор-иона, а урожайность хлопчатника составила 18,3 ц/га.

С экономической точки зрения, глубокое рассоление почв наиболее выгодно достигается летними промывками через культуру риса. В этом случае затраты на проведение капитальных промывок окупаются урожаями риса.

Следует отметить, что при капитальных промывках резко сокращается продолжительность рассоления зоны аэрации и верхнего слоя грунтовых вод, она изменяется в зависимости от проницаемости и степени засоления почв: от одного до трех - для горизонтального, одного - для вертикального и до двух лет - для комбинированного дренажа. Далее представлен сравнительный эффект от капитальной промывки на фоне различных типов дренажа при одинаковой дренированности территории (засоленность средняя и сильная) в зависимости от почвенных условий:

Почвенные условия	Горизонтальный дренаж	Вертикальный дренаж	Комбинированный дренаж
Легкие почвы, $K_{\phi} > 0,5$ м/сут. Затраты воды на вынос 1 т солей с га, м <sup>3</sup> Продолжительность рассоления зоны аэрации, лет	60 - 75 1 - 2	40 - 50 за год	45 - 55 за год
Средние почвы, $K_{\phi} = 0,1-0,5$ м/сут. Затраты воды на вынос 1 т солей с га, м <sup>3</sup> Продолжительность рассоления зоны аэрации, лет	100 - 150 1-2 года	75 - 100 за год	100 - 150 1-2 года
Тяжелые почвы, $K_{\phi} < 0,1$ м/сут. Затраты воды на вынос 1 т солей с га, м <sup>3</sup> Продолжительность рассоления зоны аэрации, лет	200 - 250 2-3 года	100 - 150 за год	150 - 200 за 2 года



1 - вспашка на 25-30 см. (контроль)  
 2 - глубокое рыление на 75-80 см.  
 3 - глубокое рыление + навоз 30 т/га.  
 4 - глубокое рыление + лигнин 30 т/га.

□ - вымыв солей, т/га  
 ▨ - вымыв хлор-иона, т/га  
 ▩ - урожай хлопка сырца ц/га

рис. 2.1 Влияние глубокого рыления и внесения органических удобрений на эффективность промывки и урожайность хлопчатника (N-8,5-9,0 т/га м<sup>3</sup>/га)

С повышением проницаемости почвогрунтов сокращается продолжительность рассоления зоны аэрации и опреснения верхнего слоя грунтовых вод, снижается расход воды на вынос одной тонны солей из активного слоя почвы; для легких почв затраты воды изменяются при разных типах дренажа от 40 до 150, а для тяжелых - от 100 до 250 м<sup>3</sup> на тонну.

При этом наименьшие затраты воды на вынос одной тонны солей, наименьшая продолжительность рассоления почвогрунтов зоны аэрации и опреснения верхнего слоя грунтовых вод наблюдаются на фоне вертикального дренажа. Это объясняется тем, что вертикальный дренаж позволяет регулировать уровень грунтовых вод в больших диапазонах (от 2 до 5 м и более), тем самым исключая реставрацию засоления в течение года, а также создает лучшие условия сработки промывных инфильтрационных вод. Кроме того, вертикальный дренаж обеспечивает более равномерное рассоление почв. На равномерность рассоления большое влияние

оказывает качество планировки поверхности поля. При правильной планировке обеспечивается равномерное затопление чеков при промывках и увлажнение по длине борозд во время полива сельхозкультур.

На самых трудномелиорируемых землях с коэффициентом фильтрации 0,03-0,075 м/сут и представленных сильнозасоленными почвогрунтами и солончаками рассоление почв может быть достигнуто методом двухстадийной промывки (Климова Г., Беглов Ф. - 0,2.3 Уз). Сущность этого метода заключается в том, что на первой стадии промывки в дополнение к постоянному дренажу нарезается временный учащенный дренаж. Это создает в центре междренья повышенные скорости фильтрации - до 7-10 мм/сут. На второй стадии производится допромывка полос, занятых отвалами вдоль временных дрен.

Метод рассоления почв путем проведения капитальных промывок имеет ряд недостатков, главными из которых являются потребность больших норм воды, исключение земель из сельхозоборота, обеднение почв питательными элементами, разрушение откосов коллекторов и т.д.

Таким образом капитальная промывка является высокзатратной технологией рассоления земель и особенно в условиях слабопроницаемых сильнозасоленных почв ( $K_f \leq 0.01-0.05$  м/сут), где ее внедрение требует строительства дополнительного дренажа и других приемов ускорения выщелачивания (выноса) солей (объекты 02.03, 02.5; 02.34; 02.13; 02.4). Однако, на массивах широкого внедрения систем вертикального дренажа освоение перелогов, представленных слабопроницаемыми ( $K_f \leq 0.05-0.07$  м/сут), сильнозасоленными почвогрунтами ( $\leq$  солей в метровом слое  $> 3.0$  %) возможно путем проведения капитальных промывок через культуры риса без строительства временного дренажа СВД, построенная для дренирования больших территорий, имеет резерв мощности для сработки объема воды по капитальной промывке без строительства дополнительного дренажа. Примером могут служить объекты 02.39 (1 и 2 варианты) и 02.08 Тадж.

### 2.3.2.2. Рассоление сильногипсированных засоленных почв на фоне вертикального дренажа (индекс ОПУ - 02.39 Узб.)

Натурные исследования рассоления тяжелопроницаемых почв были организованы на опытно-производственном участке в совхозе "50 лет Узбекистана" Сайхунабадского района Сырдарьинской области, где в 1963-1965 гг. были построены 28 высокодебитных скважин на площади 3,0 тыс.га. Дебиты скважин изменялись в пределах 80-120 л/с, при суммарном отборе подземных вод в порядке 2,5-3,0 м<sup>3</sup>/с. Такой объем отбора создал высокую дренированность земель, где дренажный модуль достигал 0,28-0,36 л/с.га. Опыты проводились в трех вариантах - рассоление земель путем проведения капитальных промывок; рассоление почвогрунтов через посеvy риса и на делянках.

Покровный мелкозем представлен слоистыми отложениями тяжелого механического состава (средние и тяжелые суглинки чередуются прослоями песков, глин и супесей). Осредненный коэффициент фильтрации грунтов покровных отложений составляет 0,05-0,07 м/сут. Почвы ОПУ относятся к плоходренированным разностям, где верхний суглинистый почвенный горизонт повсеместно подстилается гипсированными прослойками и глинами.

Уровень грунтовых вод до промывки залегал на глубине 3-3,5 м, минерализация их колебалась от 6 до 25 г/л. Исходное содержание легкорастворимых солей составляло в среднем 2 % по плотному остатку и 0,20 % по хлор-иону от веса сухой почвы.

Промывку осуществляли летом на площади 14 га способом затопления по чекам без сброса. В процессе промывок уровень грунтовых вод значительно повысился, и в зависимости от длительности затопления и подачи воды он залегал на глубине 0,3-0,5 м от поверхности земли.

Пьезометрический напор колебался в пределах 2,5-3 м от поверхности земли. Градиент напора при нисходящем движении промывных вод в среднем составил 0,14, а скорость фильтрации при промывках - до 0,008 м/сут ( $V_{cp} = 0,0045$  м/сут) против 0,0025-0,003 м/сут при обычных режимах орошения. При водоподаче нормой в среднем 18 тыс.м<sup>3</sup>/га (брутто) зона опреснения почв распространялась до глубины 3 м. При этом общее содержание воднорастворимых солей в метровом слое почв снизилось с 1.89 до 1.28 % по плотному остатку, количество хлор-иона и иона серной кислоты уменьшалось соответственно на 0.19 и на 0.26 % (рис.2.2).

Вынос солей по горизонтам 1-2 м, 2-3 м и 3-4 м составил по плотному остатку соответственно 0,65, 0,15 и 0,22 %, в том числе по хлор-иону - 0,127; 0,066 и 0,013 % и по иону серной кислоты -0,30; +0,05 и +0,01 % от исходного их содержания.

Коэффициент сезонной аккумуляции солей (САС) после промывки по горизонтам 0-1 м, 0-4 м (зоны аэрации) и в грунтовой воде иллюстрируется кривыми (рис.2.3).

Данные кривых указывают не только на рассоление почвогрунтов, но и опреснение грунтовых вод.

Опреснение грунтовых вод в период промывок происходит медленнее, чем рассоление верхних почвенных слоев. Причем в начале промывки наблюдается повышение минерализации грунтовых вод с 9 до 17 г/л за счет рассоления верхних слоев почвы, а в дальнейшем, с увеличением водоподачи, ее снижение до 7-3,5 г/л. При этом опреснением грунтовых вод охвачены все территории опытного участка. Коэффициент опреснения минерализации грунтовых вод изменяется в пределах 0,16-0,76.

Водно-солевой баланс почв метрового слоя сложился по типу необратимого рассоления с выносом солей от 54,8 (чек 21) до 114,7 т/га (чек 76) (табл.2.2). Количество воды, затраченное на вынос одной тонны солей по рассоляющему расходу воды (г), изменилось от 170 до 200 м<sup>3</sup> при дренажном модуле - 0,5-0,8 л/с. По общей водоподаче на вынос одной тонны солей ( $N: \Delta S$ ) расходовалось от 271.6 до 331 м<sup>3</sup>/т (табл.2.2).

Аналогичная картина рассоления почв и опреснения грунтовых вод была достигнута при промывках через культуру риса на фоне вертикального дренажа на площади 297.5 га. Дренированность земель, водно-физические свойства и засоленность почв, выбранных для промывок через рис, идентичны вышеописанным.

Основное количество солей сосредоточено в верхней трехметровой толще почвогрунтов, содержание которых колеблется в пределах от 1.5 до 2.5 % по плотному остатку, в том числе по хлор-иону - от 0.10 до 0.30 % от веса сухой почвы. Гипсовые горизонты встречаются с глубины 40-160 см, а его содержание колеблется в пределах 20-40 % (реже 50 %) от веса сухой почвы. До подачи воды ГВ на участке залегали на глубине 2.5-3.0 м и имели минерализацию 5.6-11.4 г/л. Пьезометрический уровень колебался в пределах 3-3,5 м, а градиент напора 0.04-0.05 м.

Таблица 2.2.

Водно-солевой баланс метрового слоя почвы при промывке (март - ноябрь 1966 г.)

Показатель	Чек № 21, 50 м от скважины № 12		Чек № 76, 257 м от скважины № 12			Чек № 70, 476 м от скважины № 12	
	28.03 по 23.04	за сезон	24.03 по 02.06	02.06 по 25.08	за сезон	23.03 по 21.12	за сезон
<b>Водный баланс, м<sup>3</sup>/га</b>							
Водоподача	6000	15000	6450	14400	30200	10070	19620
Осадки	525	888	522	106	958	525	953
ВСЕГО (N)	6525	15888	6972	14506	31153	10695	20573
Испарение	2407	4939	1643	6483	11072	6094	10005
Рассоляющий расход	4118	10949	5329	8023	20081	4501	10568
<b>Солевой баланс, т/га</b>							
Приток солей с водоподачей:							
	минерализация, г/л	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6
соли, т/га	9.5	24.0	10.3	23.0	48.3	16.0	31.3
Рассоляющий расход (g)		10949			20081		10568
	минерализация, г/л	8.2	7.2	10.5	8.0	8.2	12.0
соли, т/га	33.8	78.8	56.0	64.0	164.7	54.0	93.3
Изменение запасов солей, т/га (ΔS)	-24,3	-54.8	-45.7	-41.0	-114.7	-38.0	-62.0
Количество воды (м <sup>3</sup> ), затраченное на вытеснение 1 т соли (g: ΔS)	170	200	119	195.0	175	118	170
Общее количество воды (м <sup>3</sup> ) на вынос 1 т.соли (N: ΔS)		289			271.6		331

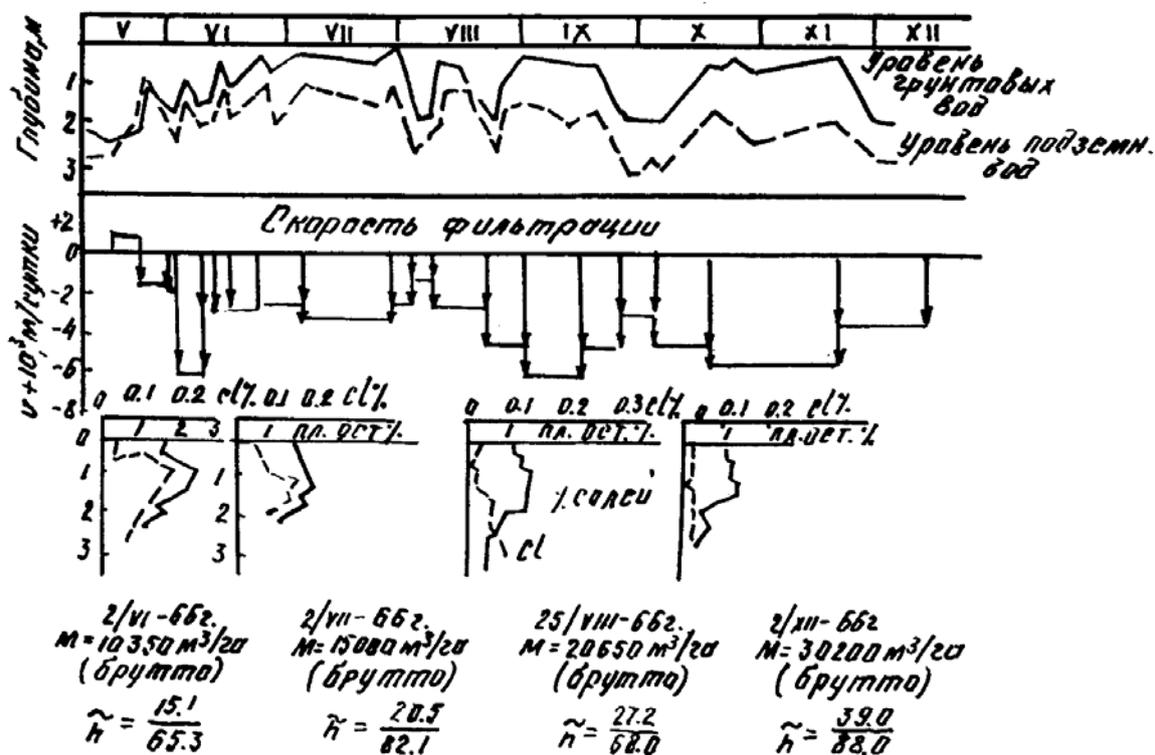


Рис.2.2. Динамика водного и солевого режимов при промывках (с-з „50 лет Узбекистана“)

Водный баланс всех трех полей рисовых участков складывался так:

Статья баланса	1 участок, 1967 г.		2 участок, 1968 г.
Площадь, га	73,5	62	162
Водоподача, тыс.м <sup>3</sup> /га	46,8	44,3	46,0
Поверхностный сброс, тыс.м <sup>3</sup> /га	22,9	19,5	25,5
Водоподача (нетто), тыс.м <sup>3</sup> /га	23,9	24,8	20,8
Подземный отток, тыс.м <sup>3</sup> /га (г)	11,8	11,7	13,6
Суммарное испарение по разности, тыс.м <sup>3</sup> /га	12,1	13,1	8,13
То же по расчету Милькиса Б.Е.	11,03	11,03	-
То же по расчету Блейни-Крыдло	9,15	9,15	9,43
Рассоляющий расход, тыс.м <sup>3</sup> /га (г)	11,8	11,7	13,6

При таких размерах водоподачи и дренированности земель в процессе выращивания риса из метрового слоя было вынесено солей: на первом поле первого

участка - 24-28 % по плотному остатку и 76-85 % по хлор-иону, а на втором поле - 49 % по плотному остатку и 90,2 % по хлор-иону; на втором участке содержание солей в метровом слое почвы уменьшилось по плотному остатку на 91 %, по хлор-иону - 87,8 %.

Остаточное содержание легкорастворимых солей в метровом слое изменялось по участкам от 1,28 до 1,47 % по плотному остатку и по хлор-иону - от 0,029 до 0,034 %.

Коэффициент сезонной аккумуляции солей варьировал по участкам от 0,5 до 0,69 по плотному остатку для метрового слоя и 0,83 до 1,05 для второго метра. САС по хлор-иону изменялся в широких пределах: от 0,097 до 0,17 для метрового и 0,35-0,39 для второго метра (табл.2.3).

При промывках через культуру риса, так же как без нее, происходили резкие изменения в составе водорастворимых солей: значительно снизилось содержание токсичных солей. В слое 0-3 м после промывки количество их не превышало 0,16 % против исходного 0,39-0,47, что значительно ниже допустимого порога токсичности. В то же время количество кальция и гипса после промывки несколько повысилось.

Солевой баланс на участках промывок через культуру риса, так же как на участке без риса, складывался в соответствии с водным, по типу необратимого рассоления почвогрунтов зоны аэрации и всего покровного мелкозема:

Показатель	1 участок		2 участок
Площадь, га	73,5	62	162
Приток солей с оросительной водой + вода, откачиваемая из скважин, т/га:			
по плотному остатку	135	64,0	63,9
по хлор-иону	27,1	16,7	10,8
Отвод солей за счет сброса, т/га:			
по плотному остатку	65,6	28	82,4
по хлор-иону	13,5	7,4	11,2
За счет подземного оттока, т/га			
по плотному остатку	88,6	58,6	82,4
по хлор-иону	19,2	17,9	7,6
Итого:			
по плотному остатку	147,2	86,6	174,8
по хлор-иону	30,7	25,2	18,8
Разность солей, т/га			
по плотному остатку	-12,6	-22,6	-100,9
по хлор-иону	-3,6	-8,6	-7,6
Изменение запасов солей в 3-м слое, т/га:			
исходные запасы	610,4	683,0	583,5
остаточные запасы	560,2	537,4	460,9
Изменение запасов солей, т/га:			
по плотному остатку	-50,4	-145,6	-122,6
по хлор-иону	-36,4	-70,5	-47,7
Затраты воды на вынос 1 т солей, м <sup>3</sup> :			
по плотному остатку	235	80	146,8
по хлор-иону	325	167	366,0

Таблица 2.3

Изменение засоления почвогрунтов под влиянием промывок через культуру риса  
(среднее по участкам), %

Показатель	Содержание солей в слое							
	0 - 1 м	1 - 2 м	2 - 3 м	0 - 1 м	1 - 2 м	2 - 3 м	0 - 1 м	1 - 2 м
	1 участок				2 участок			
Плотный остаток:								
до промывки	2.09	1.61		2.54	1.45		2.13	1.49
после промывки	1.32	1.40		1.28	1.42		1.47	1.57
Разница	-0.77	-0.21		-1.26	-0.013		-0.66	+0.08
По иону хлора:								
до промывки	0.196	0.154		0.351	0.140		0.238	0.152
после промывки	0.034	0.055		0.034	0.054	0.059	0.029	0.05
Разница	-0.162	-0.099		0.399	-0.086	-0.011	-0.209	-0.102
Коэффициент								
САС:								
по плотному остатку	0.63	0.83	1.02	0.50	0.98	1.10	0.69	1.05
по иону хлора	0.17	0.35	0.40	0.097	0.38	0.84	0.12	0.39

Вынос солей по первому участку составил от 12 до 22,6 т/га по плотному остатку и от 3.6 до 8.6 т/га по хлор-иону, а по второму участку соответственно - 100.9 и 7.6 т/га. Незначительный вынос солей на первом поле первого участка объясняется высокой минерализацией подаваемой из коллектора Шурузяк воды (4.0 г/л).

Обработка результатов промывок разными способами показала, что в условиях Шурузякского массива, где орошаемые земли представлены труднопроницаемыми почвогрунтами со слабой солеотдачей ( $\alpha = 2.7-3.5$ ), усиленный вынос наиболее токсичного хлор-иона наблюдается при водоподаче нормой до 12-13 тыс.м<sup>3</sup>/га. При этих нормах вынос хлор-иона составлял 80-85 % от исходной величины. Дальнейшее увеличение норм промывок не дает особого эффекта рассоления почв метрового слоя, хотя при этом отмечается усиление выноса солей по плотному остатку за счет выщелачивания слаборастворимых ионов серной кислоты и других солей (рис.2.4).

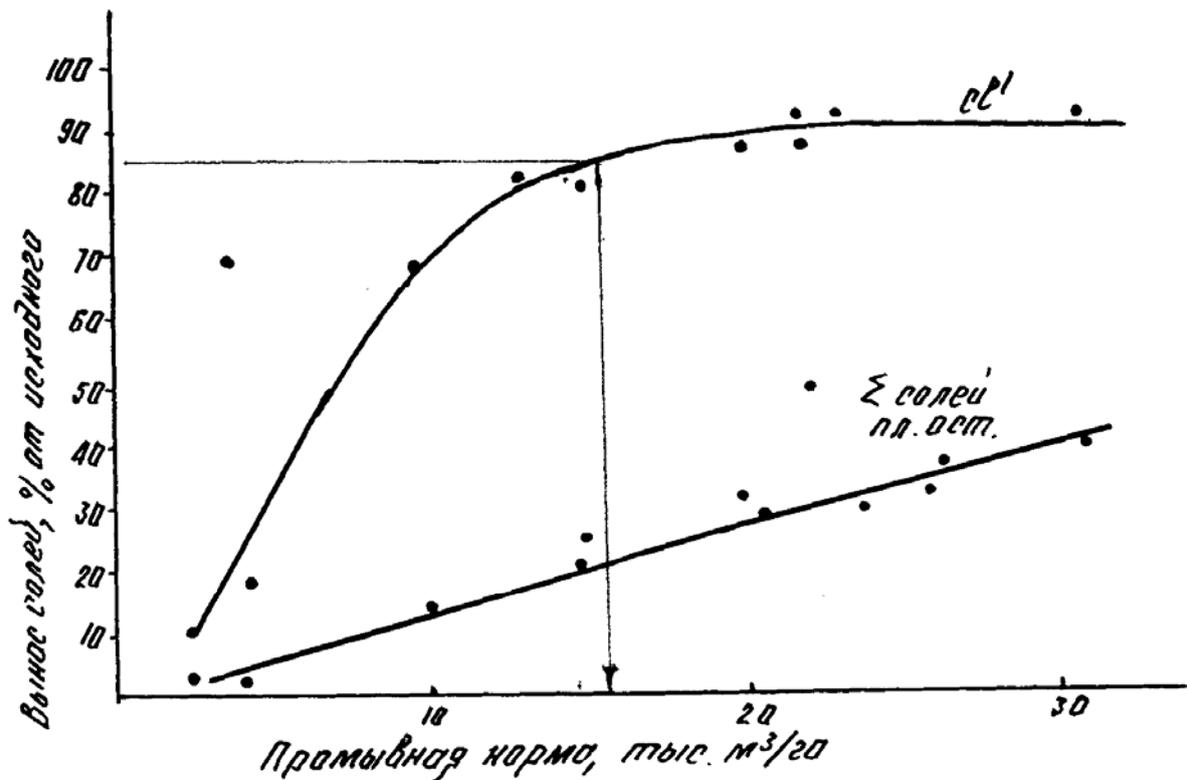


Рис. 2.4. Вынос водорастворимых солей в зависимости от нормы промывки.

Теоретический расчет норм промывки, необходимых для выноса из метрового слоя количества иона хлора, наблюдавшегося на практике 66.7; 82.1 и 88 % от исходного, показал, что они равны соответственно 10.3; 16.5 тыс.м<sup>3</sup>/га.

Таким образом, из материалов натуральных исследований и теоретических расчетов вытекает нецелесообразность подачи на промывку свыше 12-13 тыс.м<sup>3</sup>/га воды (рис.2.4). При этом эффективность капитальных промывок по ускорению рассоления почв и повышение продуктивности орошаемой воды явно видны по данным таблицы 2.4. По данным этой таблицы наилучшие показатели эффективности при работе СВД достигнуты в вариантах промывок через культуру риса и на площадках с посевом хлопчатника при рассоляющем расходе (инфильтрации) соответственно в порядке

12853 и 7883 м<sup>3</sup>/га. В этих вариантах коэффициент САС составил 0.5-0.7, а затраты воды на вынос 1 тн солей из метрового слоя изменялся в пределах 75-120 м<sup>3</sup> (табл.2.4).

При этом в начальный период промывки происходит интенсивное выщелачивание солей из почвенной грунтовой толщи, а затем процесс выноса замедляется. После достижения определенного предела вынос солей настолько замедляется, что подача воды на промывку становится невыгодной. Для сульфатного и хлоридно-сульфатного типа засоления почв, к таковым относятся земли Шурузякского и Сардобинского массивов. Пределом является уровень засоления 1.0 - 1.2 % по сумме солей и 0.02-0.03 % по иону хлора. В соответствии с этим по мере рассоления почв увеличиваются удельные затраты на вынос 1 тонны солей (рис.2.5).

В то же время непродуманность технологии проведения капитальных промывок на фоне систем вертикального дренажа приводит к колоссальным затратам оросительной воды, что видно по результатам натурных исследований рассоления почв при освоении земель Вахшской долины (индекс 02.8).

В отличие от предыдущих пилотных проектов (02.39), расположенных в старой зоне орошения Голодной степи здесь опыты проводились, с одной стороны, с другими технологическими схемами промывок; с другой - в других природно-хозяйственных условиях. Здесь климат субтропический с суммой положительных температур 5500-6000°С, количество осадков 290-400 мм/год, а испаряемость превышает 1500-1600 мм/год. Опытный участок с различными вариантами промывок расположен в зоне активного соленакопления, на третьей аллювиальной террасе реки Вахш. Рельеф чашевидный: северная часть участка имеет уклон - 0001, а западная - 00017. Литология представлена двухслойными отложениями: сверху на глубину до 10-11 м покровным мелкоземом, а снизу до 100 м мощной толщей галечников с  $K_f = 10-20$  м/сут. Коэффициент фильтрации суглинистого грунта покровного мелкозема оценен в пределах 0.025-1.0 м/сутки, что в 2-10 раз превышает водопроницаемость почвогрунтов (ОПУ 02.39), уровень грунтовых вод до освоения на глубине 0.5-3.0 м, минерализация грунтовых вод в западной части достигала до 50 г/л, а приканальных участках - 3-5 г/л. Минерализация подземных вод изменялась в пределах 4.5-10.5 г/л. Около 40 % площади участка загипсовано.

В этих природных условиях был построен опытно-производственный участок системы вертикального дренажа на площади 400 га, где на 20 гектарах проведены разные виды технологии промывок с использованием, как откачиваемой воды из скважин с минерализацией 4-10 г/л, так и оросительной с минерализацией - 0.5 г/л.

Дебиты скважин изменялись в пределах от 110 до 136 л/сек. Опыты по технологии - промывки проводились в 3 вариантах:

1. Водоподача из скважины, затопление по малым чекам до 0.5 чеков без поверхностного сброса. Промывная норма 19 тыс.м<sup>3</sup>/га (брутто), 15.2 тыс.м<sup>3</sup>/га (нетто). Срок промывки - декабрь-июнь. В результате промывки содержание хлор-иона на 40 см слое уменьшилось с 46 до 4.6 т/га с выносом до 90 % солей, а в метровом слое с 76 т/га до 11 т/га (вынос составлял 85 %). Орошаемая земля перешла с категории солончаков в категорию слабозасоленной. При этом рассолением почвогрунтов охвачены и глубокие горизонты до 500-700 см толщ, где содержание иона хлора уменьшалось до 34 %. В дальнейшем для промывки были поданы 4.0 тыс.м<sup>3</sup>/га арычной воды с минерализацией до 0.5 г/л, чем было достигнуто рассоление почвы до кондиции с переходом ее в категорию незасоленных (рис.2.6).

Таблица 2.4

Оценка эффективности промывки по затратам воды на вынос солей и на единицу урожая

Индекс ОПУ	Вид промы- в- ки	Вари- анты (или годы)	Пром. норма нетто, м <sup>3</sup> /га	Гори- зонт почв, м	Вынесено солей		Рассол я- ющий расход, м <sup>3</sup> /га	Коэфф. Промы- в- ного ре- Жима	Мине- рализа- ция грунт. вод, г/л	Сезон. аккуму- ляция солей САС	Дрена ж- ный модуль л/с.га	Затрат ы воды на вынос 1 т со- лей	Урож. с/х куль- тур, ц/га исх / конеч.	Затраты воды на ед.урожая, м <sup>3</sup> /ц	
					т/га	% от исход.								исх.	конечн
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
<b>УЗБЕКИСТАН</b>															
02.39	капи- тальна я	1-вар.	15000	0-1	-70.3	27	10949	3.2	9/3.5	0.35- 0.84	0.350	178- 256	24/53  (рис)	рис:  625-	283-
				0-2	-186	34	-	-	-	-	-	-	-	1041	471
				0-3	-100/6	36	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	через рис	2-вар.	25000	0-1	-151.5	16	12853	1.98	9/3.5	0.5-0.7	0.570	105- 119	14/28  (хлоп)	-	-
				1-2	-171	43	-	-	-	-	-	-	-	хлоп:	
				0-3	-162	29	-	-	-	-	-	-	-	1070-	535-
	на пло- шадках	3-вар.	18000	0-1	-148.5	22	7883	1.71	9/3.5	0.59- 0.7	0.63	74-121	-	1785	892
				1-2	-174	41	-	-	-	-	-	-	-	-	-
				0-3	-243	29	-	-	-	-	-	-	-	-	-
02.3	капи-	1-год	25180	0-1	-82.8	30	16547	2.82	28.6/15 .4	0.62	0.38- 0.55	304	24/28	хлоп:	

											(хлоп)			
тальна я	2-год	33060	1-2	-110/6	38	-	-	-	0/58	-	228	40/53	1049-	899-
			0-3	-317.4	42	-	-	-	0.56	-	79.0	(рис)	1377	1180
			0-1	-129.1	44	22730	3.15	49.3/40	0.61	0.28-	256	-	рис:	
	3-год	25900	1-2	-46.2	39	-	-	-	0.85	-	718	-	629-	475-
			0-3	-172.2	15	-	-	-	0.81	-	192	-	826	624
			0-1	-190.4	19	15732	2.51	21.9/2.	0.30	0.21-	136	-		-
							9		0.37					
			1-2	-52.1	69	-	-	-	0.75	-	498	-	-	-
			0-3	161.8	25	-	-	-	0.47	-	159	-	-	-

Продолжение табл.2.4

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
<b>02.34</b>	кап.2-х стадий- ная	1-вар.	19600	0-1	-226	57	19060	7.14	40-60	0.43	1.16	86	нет данных		
				1-2	-143	38	-	-	-	0.61	-	137			
				0-3	-399	35	-	-	-	0.65	-	49			
	контр. 1-ста- дийная	2-вар.		0-1	-218	52	14760	5.64	40-60	0.47	0.89	73			
				1-2	-109	29	-	-	-	0.71	-	147			
				0-3	-293	26	-	-	-	0.74	-	55			
<b>02.13</b>	про- мывка на де- лянках	1	2500	0-1	-10.7	16	2500	-	5-8	0.84	нет данных	250	7/15 (хлоп)	хлопок: 357.0-	133-
		2	5000	0-1	-14.9	62	5000	-	-	0.37		119	-	2857	1333
		3	7500	0-1	-48.9	72	7500	-	-	0.27		143	-		
		4	10000	0-1	-58.9	88	10000	-	-	0.12		169	-		

		5	15000	0-1	-62.4	94	15000	-	-	0.07		242	-				
		6	20000	0-1	-54.9	82	20000	-	-	0.18		364	-				
							<b>КАЗАХСТАН</b>										
<b>02.4</b>	осенне-зимняя	1-вар.	8500	0-1	-110	39	8100	14.5	9/15.5	0.61	0.540	77	20/25	425-1300	340-1040		
				0-3	-74	12	-	-	-	0.88	-	115	(хлоп) 35/45	242-742	188-578		
		2-вар.	26000	0-1	-276	77	25500	37.5	8/6.5	0.23	1.74	94	(зерн) 55/75	154-472	113-347		
				0-3	-207	29	-	-	-	0.71	-	126	(кук.) -	-	-		
							<b>КЫРГЫЗСТАН</b>										
<b>02.5</b>	рис+ пост. дренаж	1-год	20352	0-1	-105.8	66	10748	2.04	19/8.0	0.34	0.73	194	20/31 (рис)	1018 - 1778	656 - 1147		
		2-год	21632	0-1	-5.8	11	12738	2.27	-	0.89	0.56	3730	-				
		3-год	22897	0-1	-3.3	6	13604	2.36	-	0.94	0.42	6938	-				
	рис + пост., времен дренаж	1-год	35572	0-1	105.9	72	26070	3.38	26/16.1	0.28	0.94	335	-				
		2-год	34835	0-1	-20.3	50	24427	3.21	-	0.50	1.82	1740	-				

Продолжение табл.2.4

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
<b>ТАДЖИКИСТАН</b>															
02.8	кап.	1-вар.	11000	0-3	-99.1	26	11000	0.79	6.5/4.3	0.75	нет	110	15/18	733 -	611 -

с рисом										данных	(хлоп)	5200	4330
2-вар.	19800	0-3	-225	35	5400	1.38	17.6/20	0.65		88	22/40	500 -	275 -
							.8						
3-вар.	29100	0-3	-78	27	14700	2.02	4.7/3.7	0.73		373	(рис) 22/112	3540 500 -	1950 98-696
											(люц.)	3540	
4-вар.	64000	0-3	-173.3	45	49600	4.44	7.4/3.2	0.55		369	-	-	
5-вар.	67000	0-3	-173.3	41	52600	4.65	7.9/3.4	0.58		387	-	-	
6-вар.	78000	0-3	249.2	56	63600	5.42	5.85/2.	0.44		313	-	-	
							8						

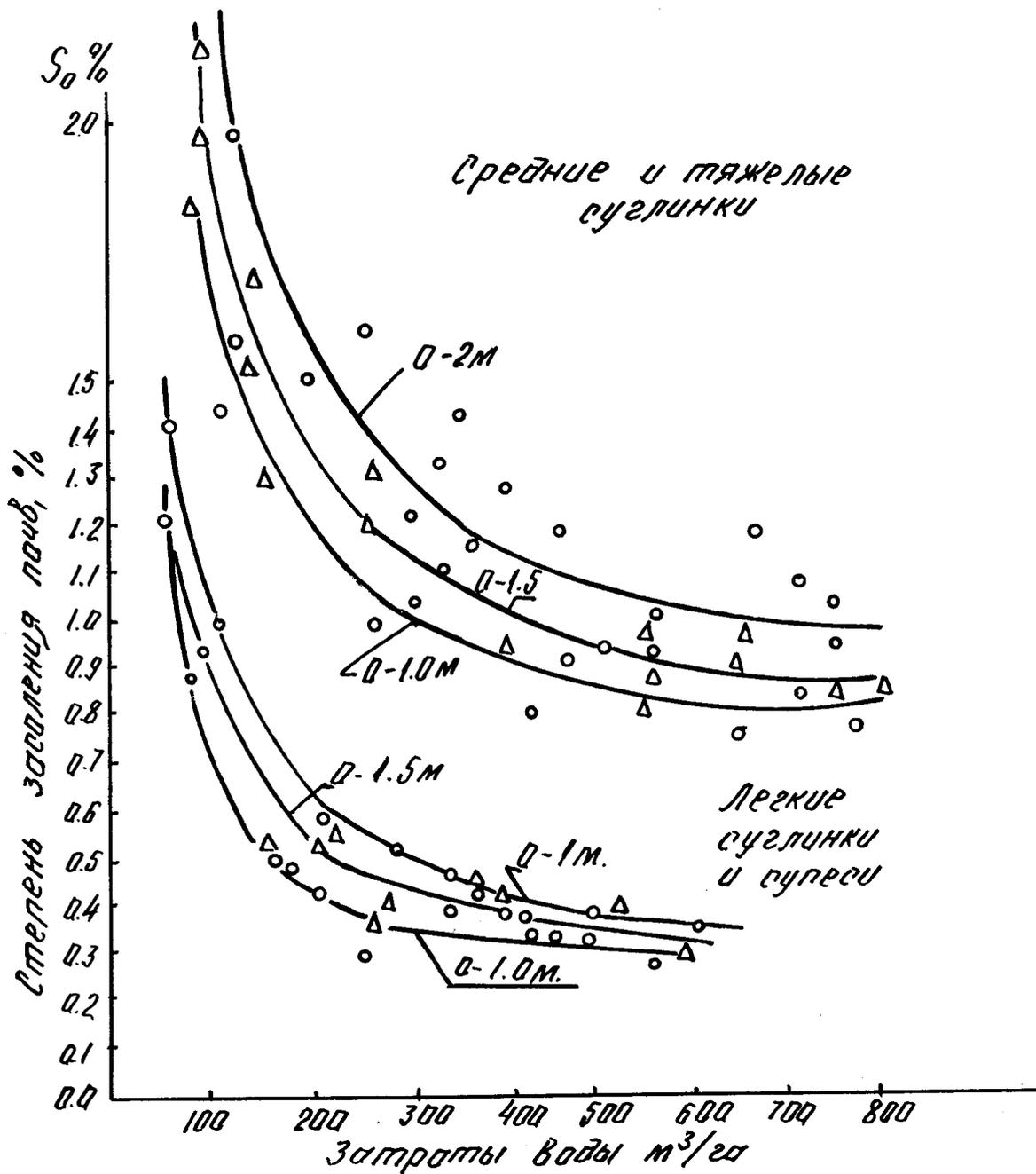
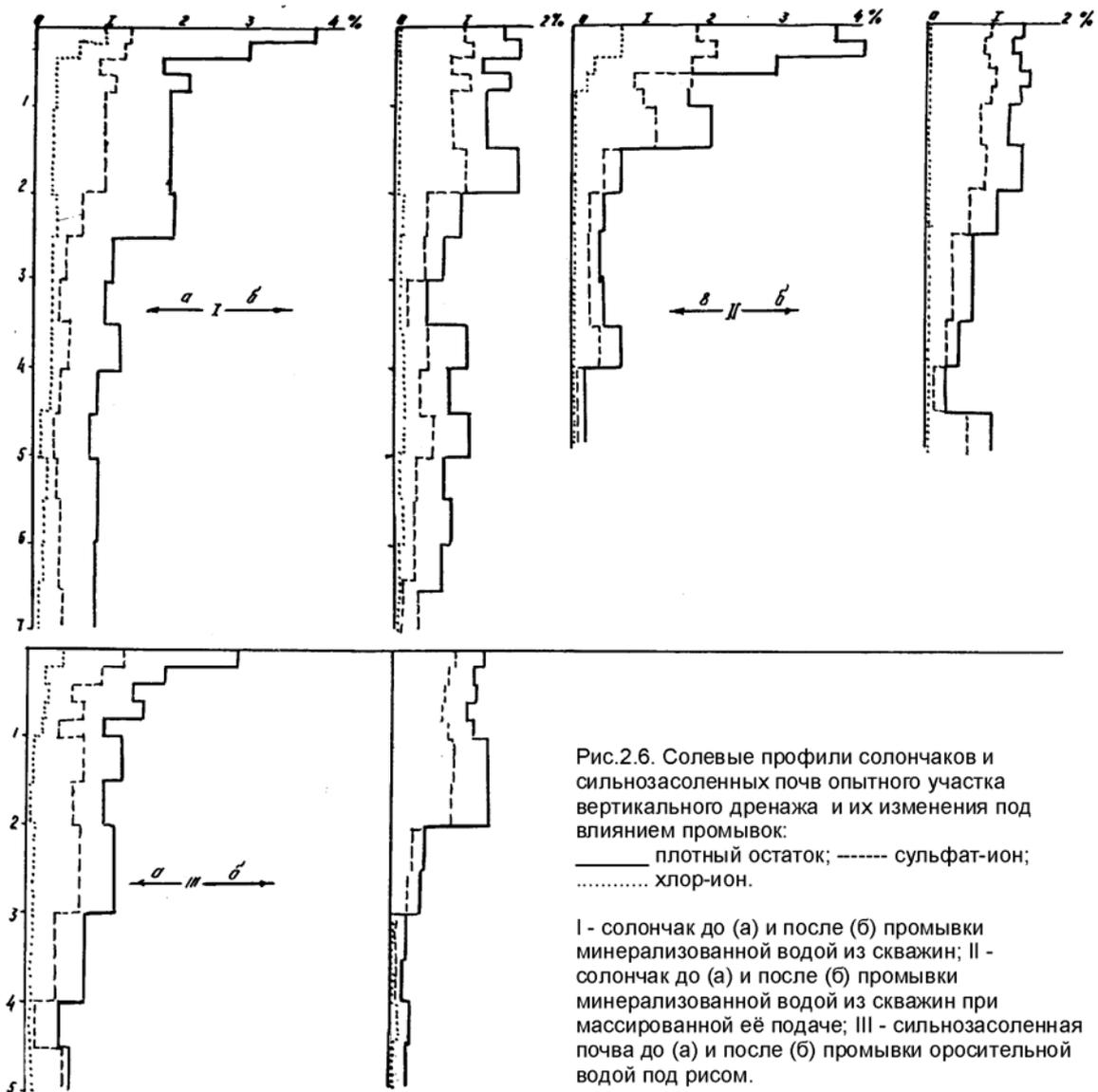


Рис.2.5. Затраты оросительной воды на вынос 1 т солей при различных их исходных содержаниях.



2. Промывка земель с заливом воды в большие чеки - 1.0-1.2 га, с высотой валиков до 1.0 м при постоянной и прерывистой работе системы вертикального дренажа. При постоянной работе СВД на промывку подано 10 тыс.м<sup>3</sup>/га (нетто) из скважин за 8 суток. В результате содержание солей в 1.5 м слое (по сумме солей) уменьшилось с 520 т/га до 197 т/га (вынос составил 38 %), а по иону хлора с 50 тн/га до 12 т/га (28 %). После подачи 10 тыс.м<sup>3</sup>/га воды промывка проводилась тактами с остановкой СВД на 10-20 суток с подачей воды до 60, из которых доля поверхностного сброса составляла 30-40 тыс.м<sup>3</sup>/га. Вода подавалась в 3 такта, что позволило достичь быстрого рассоления почв до допустимого предела - 0.015-0.017 % по иону хлора (рис.2.6.И). После подачи 10 тыс.м<sup>3</sup>/га воды промывка проводилась тактами с остановкой СВД на 10-20 суток (прерывистая работа системы). Вода подавалась в 3 такта, что позволило достичь быстрого рассоления почв до допустимого предела. В результате по всему профилю покровного мелкозема содержание иона хлора снизилось до 0.015-0.017 % (рис.2.6.И).

3. Промывки сильнозасоленных почв под посевы риса на фоне 1-ой скважины на площади 23 га.

На промывку (полив риса) было подано до 104 тыс.м<sup>3</sup>/га воды, из которых 40 тыс.м<sup>3</sup>/га затрачены на поверхностный сброс и 49.6 на инфильтрацию в грунтовую воду через зону аэрации. В результате при хорошей работе скважины было достигнуто опреснение всей толщи покровного мелкозема. Остаточное содержание солей в 5 м слое не превышало 0.015 % по иону хлора (рис.2.5.Ш). Урожай риса в первый год составил 22 ц/га, а второй 40 ц/га. Урожай хлопчатника после посева риса составил 18 ц/га.

Следует отметить, что комплекс наблюдения за почвенно-мелиоративными процессами в период промывок проводился по 6 учетным картам. По информации по этим учетным картам на промывку подавались, по этому объекту, огромные объемы воды от 60100 м<sup>3</sup>/га до 115000 м<sup>3</sup>/га, из которых в порядке 31-40 тыс.м<sup>3</sup>/га расходовались на поверхностный сброс. Промывные нормы (нетто) изменялись в пределах от 11 до 78 тыс.м<sup>3</sup>/га. Исключением является 2-вариант, где промывка проводилась без сброса и норма составляла - 19800 м<sup>3</sup>/га (табл.2.4.1). В результате вынос солей из 3-метрового слоя изменялся от 78 т/га до 249 т/га при больших затратах воды на вынос 1 тн солей. Удельные затраты оросительной воды на вынос 1 тн по пилотному объекту 02.8 по Таджикистану изменялись от 88 м<sup>3</sup> до 387 м<sup>3</sup> по нетто и до 928 м<sup>3</sup> (брутто), тогда как по объекту 02.39 таковые составляют 74-150 м<sup>3</sup>/т (нетто). Отсюда очень высокие удельные затраты оросительной воды на выращивание единицы урожая риса по Таджикистану, достигающие 611-4330 м<sup>3</sup>/ц. В то же время результаты опыта как по Узбекистану 02.39, так и Таджикистану показывают:

- возможность и целесообразность использования на промывку солончаков, сильнозасоленных земель и для полива культуры риса высоко минерализованных дренажных вод (4-6 г/л). В этом случае допромывка почв до допустимой кондиции осуществляется с использованием оросительной воды с небольшой нормой - 4-5 тыс.м<sup>3</sup>/га;

- целесообразность прерывистого режима работы скважины при проведении рассолительных мероприятий, что ускоряет вынос солей из почвы;

- неэффективность промывки затоплением больших чеков. Промывка по большим чекам создает неравномерность рассоления по площади.

### 2.3.2.3. Рассоление почв через культуру риса и без него на фоне горизонтального дренажа

Натурные исследования рассоления почвогрунтов через культуру риса и без него проводились в 2-х хозяйствах: на территории совхоза 6 им.Титова в новой зоне Голодной степи (индекс 02.3 испол.Батулин Г.Е.) и колхозе Бештерек в Чуйской долине (индекс 02.5 - Дуюнов И.К., Кыргызстан).

Почвогрунты опытных участков, расположенных на территории совхоза им.Г.Титова, представлены светло-серыми суглинками с различным содержанием кристаллического гипса. Максимальное скопление гипса по почвенному профилю отмечено в слое 0.2-0.5 м в южной части территории совхоза и в слое 0.6-1.5 м в центральной части. На глубине 11-15 м и более вскрыты трудноводопроницаемые

Таблица 2.4.1

## Эффективность промывки по рассолению почвогрунтов и грунтовых вод

Индекс ОПУ	Вариан- ты (по учету данных)	Продол- житель- ность, сутки	Общее водопоступление и расходование, м <sup>3</sup> /га			Нетто N пром., м <sup>3</sup> /га	Исходные запасы солей			Конеч- ные за- пасы, т/га	Вынесе- но, т/га	Удельные затраты воды на вынос 1 т/га	
			В брутто	Сбр поверх.	ЕТп		вид информ.	почвен. гориз., м	запасы, т/га			по брутто, м <sup>3</sup> /тн	по нетто, м <sup>3</sup> /тн
02.8	1-вар.	240	92000	81000	14400	11000	по	0-3	386.9	287.8	-99.1	928.0	111.0
	2-вар.	140	19800	-	3400	19800	плотно-	0-3	635.0	410.0	-225	88.0	88.0
	3-вар.	240	60100	31000	14400	29100	му ос-	0-3	288.0	210.0	-78	770.5	373.0
	4-вар.	240	104400	40000	14400	64000	татку	0-3	383.3	210.0	-173.3	601.0	369.3
	5-вар.	240	99000	32000	14400	67000		0-3	417.4	244.1	-173.3	571.0	386.6
	6-вар.	240	115000	37000	14400	78000		0-3	448.0	198.8	-249.2	461.5	313.1

глинистые отложения с прослойками супесей и мелких песков. Коэффициент фильтрации толщи почвогрунтов колебался в пределах 0.2-0.5 м/сут. Засоление почвы в вариантах опыта было различным и составляло 1.5-2.0 % от веса почвы, увеличиваясь с глубиной. Тип засоления хлоридно-сульфатный. Минерализация верхнего слоя грунтовых вод, залегающих к началу промывки на глубине 1.5-4.5 м, варьировала от 20 до 58 г/л. На территории к-за Бештерек в литологическом отношении наибольшее распространение имеют верхнечетвертичные аллювиально-пролювиальные отложения в виде 20-ти метровой толщи легких, средних и тяжелых суглинков, переслаивающихся песчаными и супесчаными прослойками мощностью от 0.2 до 2.0 м. До освоения УГВ находились на глубине 0-3 м, в понижениях рельефа - 0-1 м, минерализация ГВ составила 10-50 г/л, реже 2-5 г/л. Тип минерализации - сульфатный. Почвенный покров характеризуется сероземно-луговыми и луговыми почвами. Почвогрунты засолены до глубины 13-14 м. По степени засоления 0-1 м слоя почвы относятся к сильнозасоленным солончакам. Содержание солей по горизонтам составили по сумме токсичных солей 0-1 - 1.0 %; 1-2 - 1.05 %, 2-3 м - 0.68 %. Тип засоления сульфатно-кальциево-натриевый, сульфатно-натриево-кальциевый и магниевый-кальциево-натриевый.

Эффективность рассоления почв через культуру риса изучалась в совхозе им.Титова при расстоянии между глубокими закрытыми дренами 180 м (I-вариант), 260 м (II-вариант) и 310 м (III-вариант), а в Бештереке (02.5) с междренним расстоянием 220 (I-вариант) и 180 м (II-вариант). Глубина заложения дрен - 1.8-3.5 м на участках Титова и 3.0-3.5 на участках Бештерека. Поскольку постоянный горизонтальный дренаж не имеет резервной мощности, как это имеет место в системах ВД, для ускорения рассоления почв и повышения эффективности оросительной воды в обоих хозяйствах был дополнительно построен временный дренаж. Протяженность временного дренажа в совхозе им.Титова по вариантам изменялась в пределах 25, 30 и 35 м на га, а глубина 0.85-1.0 м. На участках Бештерек глубина временных дрен равнялась 1.5 м и они закладывались через 50 м. Следует отметить, что интенсивность рассоления почвогрунтов на фоне хорошо работающего дренажа зависит от норм промывки и водоотведения и рассоляющего расхода воды, т.е. водообмена между зоной аэрации и грунтовыми водами. На участках совхоза им.Титова за период вегетации риса подано 29.2 тыс.м<sup>3</sup>/га (I-вариант, 1966 г.), 46.8 (II-вариант, 1967 г.) и 36.7 тыс.м<sup>3</sup>/га воды брутто (III-вариант, 1968 г.) (табл.2.5), а на ОПУ, расположенные на территории колхоза Бештерек (Р.Кыргызстан) было подано 42.0 и 39.5 тыс.м<sup>3</sup>/га (табл.2.6). При таких объемах водоподачи, как на пилотных участках совхоза им.Титова, так и Бештерек, водный баланс складывался по типу интенсивного стока грунтовых вод. Дренажный сток на участках Титова отличался в пределах 51 % (1966 г.) до 25 % (1967 и 1968 г.) и составил соответственно по годам 15000 м<sup>3</sup>/га, 11700 м<sup>3</sup>/га и 9700 м<sup>3</sup>/га. Из этих объемов дренажного стока временными дренами отведено 9250 м<sup>3</sup>/га (1966 г.), 5200 м<sup>3</sup>/га (1967 г.) и 6400 м<sup>3</sup>/га (1968 г.). На участках Бештерек дренажный сток составил 42-50 % от общего объема водопоступления и изменялся в пределах 18.4-20.5 тыс.м<sup>3</sup>/га, из которых временными дренами отведено 13.3 и 15.4 тыс.м<sup>3</sup>/га. Такой большой объем водоотведения по временным дренам на участке Бештерек по сравнению с совхозом им.Титова объясняется более глубоким их заложением дрен (h=1.5 м против 0.8-1.0 м в совхозе Титова). Суммарное испарение на участках изменялось в пределах от 9100 до 11038 м<sup>3</sup>/га (табл.2.5 и 2.6). В соответствии с результатами водного баланса на всех участках складывался отрицательный солевой баланс по типу интенсивного рассоления почвогрунтов.

Таблица 2.5

## Водный баланс опытных участков промывок в совхозе им.Титова

Варианты опыта	Приходные статьи	м <sup>3</sup> /га	Расходные статьи	м <sup>3</sup> /га
1966 г.	Подано на промывку (брутто)	29180	Отведено КДС: глубокой	5750
	Атмосферные осадки	467	мелкой	9250
	Запас влаги в толще 0-3 м	7230	Испарение и транспирация	9100
			Запас влаги в толще 0-3 м	9012
			Поверхностный сброс	4000
	<b>ИТОГО</b>	<b>36877</b>	<b>ИТОГО</b>	<b>37112</b>
1967 г.	Подано на промывку (брутто)	46800	Отведено КДС: глубокой	6500
	Атмосферные осадки	277	мелкой	5200
	Запас влаги в толще 0-3 м	7900	Испарение и транспирация	10600
			Запас влаги в толще 0-3 м	14900
			Поверхностный сброс	13740
	<b>ИТОГО</b>	<b>54977</b>	<b>ИТОГО</b>	<b>50940</b>
	Подано на промывку (брутто)	38460	Отведено КДС: глубокой	3300
	Атмосферные осадки	232	мелкой	6400
	Запас влаги в толще 0-3 м	8553	Испарение и транспирация	10400
			Запас влаги в толще 0-3 м	13450
			Поверхностный сброс	12560
	<b>ИТОГО</b>	<b>47245</b>	<b>ИТОГО</b>	<b>46110</b>

Таблица 2.6

Водный баланс на участке промывки через рис на фоне постоянного горизонтального дренажа с применением временного на 4 поле 1У севооборота в совхозе Беш-Терек Московского района за период 1976-1977 гг, м<sup>3</sup>/га / %

Статья баланса	Балансовый период по годам	
	1976	1977
	<u>4.05 - 14.10</u> 164 сут.	<u>25.04 - 26.09</u> 155 сут.
Поступление оросительной воды, В	<u>41980</u> 96.6	<u>39566</u> 98.5
Осадки, O <sub>c</sub>	<u>1456</u> 3.4	<u>630</u> 1.5
Приход, всего	<u>43436</u> 100	<u>40196</u> 100
Поверхностный сброс, П <sub>сбр.</sub>	<u>6408</u> 14.8	<u>4731</u> 11.8
Дренажный сток по постоянным дренам, Д <sub>пост.</sub>	<u>5121</u> 11.8	<u>4698</u> 11.7
Дренажный сток по временным дренам, Д <sub>врем.</sub>	<u>13355</u> 30.7	<u>15450</u> 38.4
Суммарное водопотребление и испарение, И+Т <sub>p</sub>	<u>10958</u> 25.2	<u>11038</u> 27.5
Насыщение почвогрунтов до глубины 3.65 - 3.30 м, ΔW <sub>нас.</sub>	<u>7827</u> 18.0	<u>2484</u> 6.2
Невязка баланса	<u>-233</u> -0.5	<u>1795</u> 4.4
Расход, всего	<u>43436</u> 100	<u>40196</u> 100
Насыщение почвы в горизонте 0-1 м, ΔW <sub>нас</sub> <sup>0-1</sup>	1528	1528
Количество воды, профильтровавшееся через 0-1 м слой почвы	24542	22899

На участках совхоза им.Титова из 3-м толщи почвогрунтов по годам было вынесено 177.8 тн/га (1966 г.), 298.3 (1967 г.) и 104.2 т/га (1968 г.). По результатам

солевой съемки из 3-м слоя почвогрунтов вынесены 317.1, 172.2 и 403.2 т/га, соответственно по годам. Объем выноса солей из метрового слоя несколько меньше и изменяется от 82 (1966 г.) до 190.4 т/га (1968 г.) (табл.2.7).

Таблица 2.7.

Солевой баланс опытных участков промывок (т/га)

Элементы солевого баланса	Год промывок		
	1966	1967	1968
Приходные статьи, в т.ч.:	30.6	66.0	54.3
Поступление солей с оросительной воды	30.6	66.0	54.3
Расходные статьи, в т.ч.:	208.4	364.3	158.5
Вынос солей дренажем, в т.ч.:	202.2	325.3	139.6
закрытым горизонтальным	104.9	174.1	54.1
временным	97.3	151.2	85.5
Вынос солей поверхностным сбросом	6.2	20.9	18.9
Изменение запасов солей	-177.8	-298.3	-104.2
Вынос по солевой съемке	-317.1	-172.2	-403.2

По участку Бештерек по балансу вынос солей составляет 234.3 тн/га и 145.2 т/га, а по солевой съемке он изменяется от 278.1 т/га до 68.1 т/га. При этом удельные затраты воды на вынос 1 тн солей по пилотному участку 02.3 (Титов) составили: из метрового слоя - 304 м<sup>3</sup> (1 год); 256 м<sup>3</sup> (2 год) и 136 м<sup>3</sup> (3 год); из 3-метрового слоя - 79 м<sup>3</sup> (1 год) и 160 м<sup>3</sup>/га (3 год). По участку 02.5 из метрового слоя 194 м<sup>3</sup> (1 год) и 335 (2 год) (табл.2.8) следует отметить, что в результате промывки через культуру риса на фоне постоянного горизонтального и временного дренажа было достигнуто рассоление почв до предела токсичности не только метрового слоя зоны аэрации, но и опреснение верхнего слоя грунтовых вод. При этом установлены следующие общие закономерности, наблюдаемые как на участках совхоза им.Титова, так и Бештерек:

- в начальный период в процессе промывок происходит некоторое повышение минерализации грунтовых вод и дренажного стока, которое со временем меняется на их постепенное снижение.

Интенсивность роста и снижения минерализации грунтовых вод и дренажного стока зависит от содержания легкорастворимых солей в зоне аэрации, величины рассоляющего расхода и напорности нижележащих водоносных горизонтов. Величина

опреснения минерализации ГВ на ОПУ совхоза им.Титова по годам составляла - 3.2 г/л (1966), - 9.1 (1997 г.) и 2.9 г/л (1998 г.), а дренажного стока, соответственно по этим годам; постоянного дренажа - 16.5 г/л; - 27.5 г/л и -14.8 г/л, временного дренажа - 24.5 г/л; - 34.2 г/л и - 12.6 г/л (табл.2.9). На участках колхоза Бештерек (Кыргызстан) минерализация ГВ снизилась: на 1-участке с 29.5 до 16.6 г/л (на 12.9 г/л); на втором участке с 26.5 до 16.1 г/л (11.4 г/л);

**Таблица 2.3.4**

Солевой баланс на участке промывки через рис на фоне постоянного горизонтального дренажа с применением временного на поле 4 севооборота 1У в совхозе Беш-Терек Московского района за период 1976-1977 гг., т/га/%

Статья баланса	Балансовый слой 3,5 м			
	1976 г.		1977 г.	
	плотный остаток	токсич. соли	плотный остаток	токсич. соли
Запас солей в почве на начало промывки	<u>688.7</u> 96.2	<u>493.0</u> 96.9	<u>432.6</u> 95.3	<u>226.5</u> 93.3
Запас солей в грунтовой воде на начало промывки	<u>2.8</u> 0.4	<u>2.5</u> 0.5	<u>2.5</u> 0.5	<u>2.3</u> 1.0
Поступление солей с оросительной водой	<u>24.2</u> 3.4	<u>13.3</u> 2.6	<u>19.0</u> 4.2	<u>13.9</u> 5.7
Приход, всего	<u>715.7</u> 100	<u>508.8</u> 100	<u>454.1</u> 100	<u>242.8</u> 100
Запас солей в почве по окончании промывки	<u>410.6</u> 57.4	<u>227.9</u> 44.8	<u>363.7</u> 80.1	<u>164.4</u> 67.7
Запас солей в грунтовой воде по окончании промывки	<u>8.6</u> 1.2	<u>7.9</u> 1.6	<u>9.5</u> 2.1	<u>8.6</u> 3.5
Вынос солей дренажным стоком постоянных дрен	<u>76.9</u> 10.7	<u>71.3</u> 14.0	<u>52.1</u> 11.5	<u>50.4</u> 20.8
Вынос солей дренажным стоком временных дрен	<u>157.4</u> 22.0	<u>142.4</u> 28.0	<u>109.2</u> 24.0	<u>94.8</u> 39.0
Вынос солей поверхностным сбросом	<u>8.9</u> 1.2	<u>6.4</u> 1.2	<u>4.9</u> 1.1	<u>3.3</u> 1.4
Невязка баланса	<u>54.2</u> 7.5	<u>52.9</u> 10.4	<u>-85.3</u> -18.8	<u>-78.7</u> -32.4
Расход, всего	<u>715.7</u>	<u>508.8</u>	<u>454.1</u>	<u>242.8</u>

- дренажный сток временных дрен, в основном, формируется в Центральной части междренья глубокого горизонтального дренажа. По временным дренам в зоне преломления депрессионной кривой (на расстоянии 30-40 м от постоянного дренажа) дренажный сток отсутствует или его величина незначительна. При этом интенсивность инфильтрации промывной воды и рассоления в междренье глубоких дрен различны: в Центральной части намного (3-5 раза) меньше, нежели вблизи дрен. В связи с этим в полосе вблизи глубоких дрен происходит активное рассоление почв. В формировании стока временных дрен большое значение имеет их глубина. Чем глубже, тем больше сток и объем выноса солей. Эти закономерности должны учитываться при расположении временных дрен и выборе их глубины;

Таблица 2.9

Измерение содержания солей в почвогрунтах (т/га), минерализация грунтовых и дренажных вод (г/л)  
на опытных участках промывок

Показатель	Год проведения промывок								
	1966			1967			1968		
	до промывки	после промывки	разница	до промывки	после промывки	разница	до промывки	после промывки	разница
Засоление почвогрунтов в слое, т/га									
0...100 см	220.0/11.5	137.2/1.5	-82.8/10.0	333.5/59.6	204.4/3.7	-129.1/-55.9	273.0/24.2	82.6/3.1	-190.4/-21.1
10...200 см	261.8/22.8	151.2/2.4	-110.6/-20.4	310.5/49.8	264.3/7.9	-46.2/-42.1	207.5/21.3	155.4/3.3	-52.1/-18.0
200...300 см	249.2/25.6	117.6/5.6	-131.6/-20.6	252.0/47.6	267.6/13.3	+15.6/-34.3	279.4/13.7	117.6/4.9	-161.8/-8.8
0...300 см	722.4/59.3	405.3/9.5	-317.1/-49.8	898.8/157.5	726.6/25.9	-172.2/-131.6	760.2/59.2	357.0/11.3	-403.2/-47.9
Минерализация грунтовых вод, г/л	28.6	15.4	-13.2	49.3	40.2	-9.1	21.9	19.0	-2.9
Минерализация дренажных вод, г/л: закрытых дрен	22.3	5.7	-16.6	47.3	19.8	-27.5	24.2	9.4	-14.8
временных									

дрен	28.6	4.1	-24.5	56.7	22.5	-34.2	19.7	7.1	-12.6
------	------	-----	-------	------	------	-------	------	-----	-------

ПРИМЕЧАНИЕ: Числитель - общее содержание солей, знаменатель - содержание хлор-иона.

- при работе дренажных систем в формировании стока, дрен, их минерализации и выноса солей по дренам участвует не только водообмен между зоной аэрации и грунтовыми водами, но и более глубокие водоносные горизонты. По данным пьезометрических наблюдений на участках совхоза им.Титова зона активного водо- и солеобмена составляет 16 м, а по Бештереку - 10 м. Так, на пилотных участках совхоза им.Титова минерализация грунтовых вод, отобранных из пьезометров различной глубины (7, 10, 12 и 16 м) до и после промывки в средней части междренний закрытого дренажа, уменьшилась с 28...45 г/л до 20-26 г/л, а около дрен увеличилась с 30...42 г/л до 45...53 г/л;

- отсутствовало влияние промывок на рисовых полях на прилегающие к ним территории, где грунтовые воды залегают в исходном положении на глубине 2.5-3.0 м.

Основным результатом исследований по участку капитальной промывки через затопляемый рис на фоне горизонтального постоянного дренажа в сочетании с временным или без него является, что промывки засоленных земель через посеvy затопляемого риса имеют как положительные, так и отрицательные стороны: к положительным относятся высокий промывной эффект и уже в первый год с промываемого участка получают урожай риса и денежный доход, к отрицательным, что этот способ промывки является расточительным по земельным, водным и трудовым ресурсам, способствует выносу токсичных солей через дренажный сток на поверхность и увеличению минерализации поверхностных вод, отрицательно влияет на экологию нижерасположенных территорий.

Таким образом, в условиях пролювиально-аллювиальных равнин Чуйской долины рассоление почв и опреснение грунтовых вод при возделывании риса (как способа промывки и рассоления земель) несколько более интенсивно, чем таковые для пролювиально-аллювиальных равнин Голодной степи. В связи с этим в таких сложных природно-хозяйственных условиях, как южная часть Голодной степи, представленная трудномелиорируемыми слабопроницаемыми и сильнозасоленными почвогрунтами, необходимо внедрять технологию промывок, ускоряющую рассоление почв. К таким приемам рассоления почв относится 2-стадийная промывка земель, сущность и результаты опыта излагаются ниже.

#### 2.3.2.4. Эффективность двухстадийной промывки трудномелиорируемых сильнозасоленных почв (индекс 02.34 - Климова Г.Р., Беглов Ф.Ф.)

В Центральной Азии огромная площадь орошаемых земель представлена трудномелиорируемыми сильнозасоленными почвами, обладающими грунтами с тяжелыми механическими составами и с слабой проницаемостью. Почвы такими характеристиками трудно поддаются к рассолению при обычной промывке ускорение процесса опреснения сильнозасоленных трудномелиорируемых земель и снижение затрат оросительной воды невозможны без специальных мероприятий, способствующих увеличению фильтрации воды и усилению отвода соленых дренажных вод с промываемой площади. Как показали исследования, проведенные САНИИРИ, СоюзНИХИ и Средазгипроводхлопок, наилучшие условия для промывки гипсоносных трудномелиорируемых почв достигаются при промывках устройством временного дренажа дополнительно к закрытому горизонтальному дренажу, протяженность которого определяется в зависимости от водно-физической

характеристики грунтов. Один из таких приемов, называемый двухстадийной промывкой, был предложен ВНИИГиМом в 1977 г. для рассоления почв тяжелых сильнозасоленных почв. При этом полагалось, что эффективность таких земель можно повысить загущением временного дренажа и, следовательно, увеличением градиента фильтрационного напора и скорости фильтрации.

В предлагаемом методе после рассоления верхней метровой толщи до оптимальных пределов (I стадия) и разравнивания участка временные дрены нарезаются заново по середине междреней первой стадии, через одно из этих междреней (рис.2.7). Расстояния между временными дренами для второй стадии промывки делаются в два раза больше, чем для первой стадии.

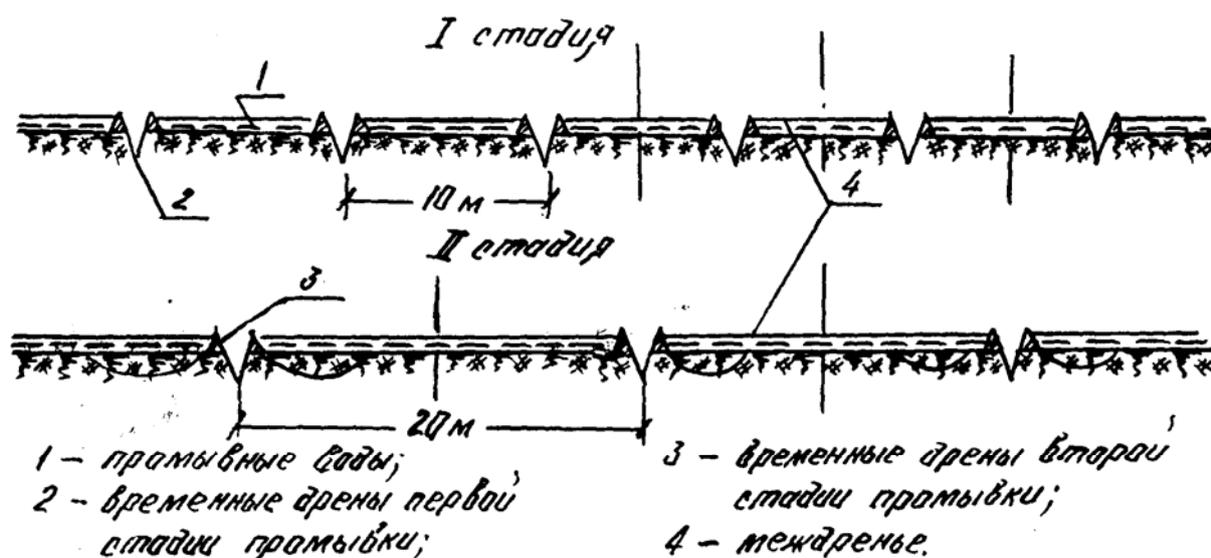


Рис. 2.7. Метод двухстадийной промывки

Этот способ промывки апробирован Климовой Г. (1977 г.) на опытном участке, расположенном на территории совхоза № 5 (код 02.34 - Ш.Рашидовский район, Сырдарьинская область). Почвы опытного участка сероземно-луговые, солончаковые с содержанием токсичных солей в верхних горизонтах до 1,2 %. По профилю засоление постепенно возрастает, что характерно для данной зоны. Тип засоления хлоридно-сульфатный. Почвогрунты опытного участка характеризуются очень слабой водопроницаемостью с коэффициентом фильтрации менее 0,1 м/сут. Объемная масса почвогрунтов варьирует в пределах 1,36-1,73 г/см<sup>3</sup>, а порозность - 36-49,6 %, что говорит о неоднородности сложения почвогрунтов зоны аэрации.

Грунтовые воды с минерализацией 40-60 г/л по плотному остатку до промывки были обнаружены на глубине 3,6 м.

В опыте испытывали варианты расположения временных мелких дрен глубиной 0,9 - 1,0 м при 10 м между ними (I стадия промывки) и 20 м (II стадия) на фоне закрытого горизонтального дренажа глубиной 3-3,5 и В=125 м. В качестве контроля изучали промывку при расстоянии между мелкими дренами 20 м.

На первой стадии промывки в течение 110 суток подано 14,4 тыс.м<sup>3</sup>/га (модуль водоподачи равен 1,55 л/с.га), а среднесуточная фильтрация составила 130 м<sup>3</sup>/га. На второй стадии за 40 суток подано 5,2 тыс.м<sup>3</sup>/га (модуль водоподачи 1,07 л/с.га), а среднесуточная фильтрация снизилась до 92 м<sup>3</sup>/га. Таким образом, учащение

временного дренажа позволило значительно интенсифицировать процесс водообмена в промываемой толще почвогрунтов. Водно-солевой баланс участка складывался отрицательно, по типу прогрессивного рассоления почв и опреснения грунтовых вод (табл.2.10 и 2.11).

Таблица 2..10

Водный баланс за период промывки по вариантам промывки, тыс.м<sup>3</sup>/га

Элементы водного баланса	Вариант			
	двухстадийная промывка			контроль
	первая стадия	вторая стадия	всего за две стадии	
<b>Приходные статьи:</b>				
Водоподача	14.40	5.20	19.60	16.0
Осадки	1.94	0.62	2.56	1.94
<b>ИТОГО</b>	<b>16.34</b>	<b>5.82</b>	<b>22.16</b>	<b>17.94</b>
<b>Расходные статьи:</b>				
Испарение с водной поверхности	2.08	1.02	3.10	3.18
Отведено горизонтальным дренажем:				
- глубоким постоянным	2.30	0.92	3.22	3.15
- временным мелким	9.60	2.20	11.80	8.50
Пополнение запасов почвенно-грунтовых вод	1.80	1.30	3.10	2.10
<b>ИТОГО</b>	<b>15.78</b>	<b>5.44</b>	<b>21.22</b>	<b>16.93</b>
Невязка	0.56	0.38	0.94	1.01

ПРИМЕЧАНИЕ: Невязка между суммой приходных и расходных статей баланса по вариантам опыта не превышает 5 %, что обусловлено погрешностями измерений и, возможно, наличием подземного оттока (Q) инфильтрационных и грунтовых вод за пределы промываемого участка.

Таблица 2.11

Солевой баланс за период промывки по вариантам промывки, т/га

Элементы водного баланса	Вариант			
	двухстадийная промывка			контроль
	первая стадия	вторая стадия	всего за две стадии	
<b>Приходные статьи:</b>				
Поступление солей с оросительной водой	29.0	11.0	40.0	32.0
<b>Расходные статьи:</b>				
Вынос солей дренажем, в том числе:	288.4	96.6	388.0	232.0
- глубоким постоянным	155.0	62.0	217.0	148.0
- временным мелким	129.4	36.6	166.0	84.0
Суммарное изменение запасов солей	-255.4	-87.6	-343.0	-200.0

ПРИМЕЧАНИЕ: Количество вынесенных солей при двухстадийной промывке в 1.7 раза больше по сравнению с промывкой на контрольном участке.

Невязка между выносом солей, определенным по данным солевой съемкой и дренажем по вариантам опыта не превышает 8...9.6 %.

В результате промывки на опытном участке сложился благоприятный отрицательный солевой баланс.

При указанной выше интенсивности водообмена в почвенной толще за первую стадию промывки временными дренами отведено 9,6 тыс.м<sup>3</sup>/га воды. Средний модуль дренажного стока составил 1,22 л/с.га. Дренажным стоком вынесено 129,4 т/га солей. На второй стадии промывки объемом стока по временным дренам в размере 2,2 тыс.м<sup>3</sup>/га вынесено 36,6 т/га солей. Глубокими дренами отведено 3,32 тыс.м<sup>3</sup>/га воды и 217 т/га солей соответственно.

На контрольном варианте за тот же период промывки (150 суток) подано 16,0 тыс.м<sup>3</sup>/га воды. Среднесуточная фильтрация за весь период составила 88 м<sup>3</sup>/га при модуле водоподачи 1,02 л/с.га. Временными дренами отведено 8,5 тыс.м<sup>3</sup>/га воды при среднем модуле дренажного стока 0,67 л/с.га. Временными дренами за период промывки отведено 84,0 т/га водорастворимых солей. За тот же период глубокими дренами отведено 3,15 тыс.м<sup>3</sup>/га воды и 148 т/га солей. Всего в период промывки из зоны аэрации вынесено 343 т/га солей на участке двухстадийного варианта и 200 т/га - на контрольном варианте. В соответствии с этим на участке 2-х стадийной промывки достигнуты лучшие показатели эффективности рассоления почв:

- вынос солей из метрового слоя составил 226, а 0-3 м слоя - 349 т/га, против контроля соответственно 218 и 293 т/га, при рассоляющем расходе - 19600 м<sup>3</sup>/га и 14760 м<sup>3</sup>/га;

- коэффициент сезонной аккумуляции солей на участке 2-х стадийной промывки составил в метровом и 3-х метровом слоях - 0,43 и 0,65, против контрольного варианта 0,47 и 0,74;

- затраты воды на вынос 1 тн солей из 3-х метрового слоя составили на участке 2-х стадийной промывки и на контроле соответственно 49 и 55 м<sup>3</sup>/тн (табл.2.4).

Из изложенного следует, что строительство частого временного дренажа способствует при прочих равных условиях ускорению фильтрации воды через почвенную толщу и интенсивному выносу солей из почвогрунтов ниже глубины заложения временного мелкого дренажа. Правомерность этого предположения хорошо иллюстрируется данными по изменению засоления почвы. При чередовании размещения временного мелкого дренажа (стадийная промывка) отмечено равномерное рассоление почвогрунтов на глубину до 1,80-2,0 м. Содержание токсичного хлор-иона в этой толще за период промывки уменьшилось до 0,02 %, а сумма вредных солей - до 0,4 % от веса почвы (табл.2.12). На контроле, хотя норма водоподачи была незначительно ниже, в среднем по междренью удовлетворительное рассоление за период промывки как по хлор-иону, так и сумме вредных солей произошло на глубину 0,8-1,0 м. В то же время на отдельных частях междренья было отмечено остаточное высокое содержание солей, особенно в верхнем слое почвы.

Таким образом, двухстадийная промывка тяжеловодопроницаемых засоленных почв, основанная на последовательном перемещении временных дрен в процессе промывки, аналогично описанному выше, позволяет добиться равномерного опреснения почвогрунтов по площади промываемого участка на глубину 1.5 м до 92 %, против контроля 70-75 %, увеличить глубину рассоления почв до 3 м и значительно ускорить темпы ввода этих земель в сельскохозяйственный оборот. Основным преимуществом этой технологии рассоления является водосбережение на промывку. На участке 2-х стадийной промывки при рассолении почвогрунтов на глубину 3 м достигнута

экономия оросительной воды до 5.0 тыс.м<sup>3</sup>/га при сокращении продолжительности полива до 15-20 %. Однако, 2-х стадийная промывка трудномелиорируемых сильнозасоленных почв дорогое и капиталоемкое мероприятие, требующее проведения тщательных планировочных работ и строительство временных дрен огромной протяженности. Наиболее эффективным приемом ускорения рассоления таких почв является применение химмелиорантов при промывке. В связи с этим в состав “обобщения” внесен раздел - “Влияние химмелиорантов на темпы рассоления почв”, хотя в регистрах “ИПТРИД” не содержится информации по этому вопросу.

**Таблица 2.12**

Рассоление почвогрунтов при промывке на фоне мелкого дренажа, %

Вариант	Соли	Слой, см					
		0-40	40-100	100-150	150-200	200-250	250-300
Двухстадийная промывка	хлор-ион	<u>0.219</u>	<u>0.333</u>	<u>0.282</u>	<u>0.178</u>	<u>0.199</u>	<u>0.127</u>
		0.010	0.013	0.012	0.021	0.095	0.126
	сумма вредных солей	<u>0.833</u>	<u>1.777</u>	<u>1.429</u>	<u>1.167</u>	<u>1.594</u>	<u>1.271</u>
		0.173	0.203	0.256	0.390	0.899	0.927
Контроль	хлор-ион	<u>0.256</u>	<u>0.272</u>	<u>0.301</u>	<u>0.217</u>	<u>0.199</u>	<u>0.165</u>
		0.014	0.026	0.055	0.063	0.140	0.172
	сумма вредных солей	<u>0.903</u>	<u>1.687</u>	<u>1.423</u>	<u>1.173</u>	<u>1.365</u>	<u>1.488</u>
		0.217	0.339	0.777	0.745	1.607	1.081

Примечание: числитель - количество солей до промывки;  
знаменатель - то же после промывки.

### 2.3.2.5. Влияние химмелиорантов и голубого рыхления на темпы рассоления почв

Одним из путей ускорения ввода в сельскохозяйственный оборот тяжеломелиорируемых земель, освоение которых осложняется наличием плотных высококарбонатных шоховых прослоек, резко снижающих водопроницаемость почв, является использование в качестве химмелиорантов навоза и крупнотоннажного отхода гидролизной промышленности - лигнина.

Роль навоза как мелиоранта биологического и химического воздействия и его эффективность в освоении и повышении продуктивности земель общеизвестна. Широкие исследования промывок засоленных земель по унавоженному фону проводились на Хорезмской, Бухарской, Федченковской и Центральной

(Голодностепской) опытно-мелиоративных станциях УЗНИИХЛ. Этими исследованиями была доказана высокая эффективность промывок с предварительным внесением навоза по сравнению с обычной промывкой.

В последние годы внимание исследователей привлекает гидролизный лигнин как продукт, приближающийся по своим свойствам к навозу и способный в некоторой степени заменять его как удобрение. Суммарный отход лигнина с трех предприятий, действующих в хлопкосеющей зоне Узбекистана - Янгиюльского биохимического завода, Ферганского завода фурановых соединений и Андижанского гидролизного завода - составляет 300-400 тыс.т в год.

Лигнин является предшественником почвенного гумуса, содержит ряд макро- и микропитательных элементов: азот (0,17-0,19 %), фосфор (0,20-0,26 %), калий (~ 0,02 %), железо (более 3 %), марганец, медь, цинк, ванадий и др. Все эти элементы в лигнине находятся в подвижной форме. В зависимости от технологии производства гидролизный лигнин содержит от 0,4 до 3 % кислоты, которая при внесении в почву взаимодействует с почвенными карбонатами. При внесении под промывку навоза и лигнина происходит процесс коагуляции почвенных частиц и их агрегация. Однако, несмотря на имеющийся положительный опыт по использованию лигнина как предшественника гумуса в орошаемой зоне, он не находит еще широкого производственного применения. Это во многом связано с тем, что вопросы, касающиеся оптимальных доз внесения его с учетом водно-физических и других свойств, не получили достаточного научного обоснования.

В связи с этим в Центральной Фергане (совхоз "Пахтакор"), САНИИРИ были проведены специальные исследования с целью установить эффективность

лигнина при освоении и промывках. Почвы опытного участка характеризовались тяжелым механическим составом (средние и тяжелые суглинки), большой слоистостью, значительной пестротой. Характерной особенностью в строении почвы являлось наличие по профилю трудноводопроницаемых шоховых прослоек, что в значительной степени снижает эффективность промывки. Капитальная промывка этих почв проводилась по следующим вариантам:

I вариант (контроль) - глубокая вспашка (40 см), промывка - норма 9.5 тыс.м<sup>3</sup>/га;

II вариант - внесение 20 т/га навоза, глубокая вспашка, промывка - норма 4.75 тыс.м<sup>3</sup>/га;

III вариант - внесение 20 т/га лигнина, глубокая вспашка, промывка - N= 8.5 тыс.м<sup>3</sup>/га;

IV вариант - внесение 40 т/га лигнина, глубокая вспашка, промывка - N= 7.75 тыс.м<sup>3</sup>/га.

Варианты опыта расположены перпендикулярно к открытой дрене с глубиной заложения 3 м. Повторность - трехкратная. Расположение вариантов и повторений опыта одноярусное. Общая площадь участка - 4,8 га.

Промывки проводили в зимний период затопления чеков дробными нормами по 1,5-3,0 тыс.м<sup>3</sup>/га до опреснения верхнего метрового слоя почвы до 0,15 % по сумме токсичных солей. Всего за промывку подали 4.75-9,5 тыс.м<sup>3</sup>/га воды в зависимости от исходного засоления.

Содержание хлора в метровом слое почвогрунтов до начала промывки составляло 0,11-0,56 %, а токсичных солей - 0,31-1,10 % от массы почвы. Внесение под промывку навоза и лигнина способствовало интенсивному рассолению метровой толщи почвы. Причем, наибольшая интенсивность рассоления наблюдалась на начальной стадии промывки. В то же время вынос солей первыми порциями воды на вариантах с навозом и лигнином выгодно отличался от контроля. Так, если при почти одинаковых нормах водоподдачи на контрольном варианте после первого такта промывки

содержание токсичных солей снизилось на 27-37 % от исходного, то на II варианте этот показатель составил 45-61 %, а на III и IУ - соответственно 52-62 % и 46-49 % (табл.2.13).

В последующие фазы промывки наибольшая интенсивность рассоления промываемой толщи наблюдалась на IУ варианте. Здесь интенсивный вынос солей шел на протяжении всей промывки, в то время как в III и, особенно, в контрольном варианте переход к экстенсивной солеотдаче имел место на рубеже 1-2 тактов. Высокая эффективность внесения химмелиорантов ясно видна по результирующим данным рассоления почв. Так, в конце промывного периода в IУ варианте с внесением 40 тн/га лигнина из метрового слоя при норме промывки 7750 м<sup>3</sup>/га удалено 0.686 % суммы токсичных солей и 0.176 % хлор иона, тогда как в контрольном варианте вынос составил 0.48 % по сумме токсичных солей и 0.152 % по иону хлору при норме 9.5 тыс.м<sup>3</sup>/га (табл.2.13).

**Таблица 2.13**

Динамика рассоления метрового слоя почвы под влиянием химмелиорантов

Вариант	Такт промывки	Водоподача, тыс.м <sup>3</sup> /га	Содержание, %		Вынос солей тн/га	
			хлор-ион	сумма токсичных солей	хлор-ион	сумма токсичных солей
I	-	-	0.166	0.631		
	1	2.5	0.108	0.398		
	2	2.0	0.082	0.257		
	3	2.0	0.041	0.219		
	4	1.0	0.038	0.187		
	5	2.0	0.014	0.152		
Вынос		9.5	0.152/91	0.479/76	20.5	64.7
II	-	-	0.284	0.714		
	1	2.5	-	0.347		
	2		0.191	0.549		
	3		0.031	0.152		
	4	2.25	0.017	0.119		
Вынос		4.75	0.267/94	0.462/64	36.0	62.4
III			0.217	0.683		
	1	2.5	0.090	0.322		
	2	2.5	0.044	0.208		
	3	2.0	0.027	0.156		
	4	1.5	0.019	0.132		
Вынос		8.5	0.198/91.2	0.551/81	26.7	74.4
IУ			0.204	0.809		
	1	2.75	0.098	0.418		
	2	2.0	0.049	0.267		
	3	1.5	0.038	0.178		
	4	1.5	0.028	0.123		
Вынос		7.75	0.176/86	0.686/84	23.7	92.6

Из всех вариантов наибольший рассоляющий эффект достигнут во II варианте, где в почву внесено 20 т/га навоза. В этом варианте при норме промывки 4.75 тыс.м<sup>3</sup>/га вынос солей по иону хлора составил 0.267 % от сухой массы почв (94 % от всего содержания хлора в почве) и 0.462 % от суммы токсичных солей (64 %), т.е. такие же результаты, как в контрольном варианте при вдвое меньшей норме промывки (табл.2.13).

На повышение эффективности рассоления при внесении под промывку навоза и лигнина указывают также данные по удельным затратам воды на удаление солей и промывному действию воды. Так, внесение под промывку 20 т/га навоза позволяет снизить затраты промывной воды на удаление одной тонны токсичных солей из метровой толщи почвы на 24 % (76.1 м<sup>3</sup>), внесение 20 т/га лигнина - на 14 % (114.2 м<sup>3</sup>) и 40 т/га лигнина - на 49 % (81 м<sup>3</sup>) по сравнению с контролем, где удельные затраты воды составили 146.8 м<sup>3</sup>.

Следует отметить, что удельные затраты на вынос 1 тн солей, достигнутые при опытных промывках с внесением химвелиорантов, в 2.5-3.0 раза меньше, чем таковые, полученные на участках промывок с применением временных дрен (см.раздел 2.3 и 2.4). Коэффициент промывного действия воды при этом повышается соответственно на 31, 21 и 100 %.

По результатам опыта установлено, что внесение под промывку навоза и лигнина способствует снижению затрат воды на промывку на 22-29 % по сравнению с обычной промывкой, что в пересчете на реальное условие опыта составит 1300-3600 м<sup>3</sup>/га в зависимости от исходного засоления, вида и доз вносимых мелиорантов. Следует особо подчеркнуть примерно одинаковый эффект по экономии промывной воды в вариантах с внесением 20 т/га навоза и 40 т/га лигнина (табл.2.13, 2.14).

Существенное влияние оказывают навоз и лигнин на солевой режим почв в послепромывной период. В контрольном варианте уже к концу первого года после промывки наблюдалась некоторая реставрация солей во всей метровой толще. Земли из незасоленной категории перешли в слабозасоленную. Для их рассоления до порога токсичности при исходном засолении 0,032 по хлор-иону и 0,215 % по сумме токсичных солей и показателю солеотдачи, равному 1,418, потребуется подача воды на промывку в объеме 3,02 и 2,32 тыс.м<sup>3</sup>/га соответственно. Атмосферные осадки осенне-зимнего периода (156 мм) и весенний запасной полив нормой 2 тыс.м<sup>3</sup>/га обеспечили рассоление почвы до допустимых пределов к началу вегетации. Во II варианте к концу первого года количество хлор-иона в метровом слое почвы не изменилось; несколько увеличилось содержание токсичных солей - 0,146 % против 0,113 % в начале вегетации (табл.2.14). Тем не менее к концу первого года содержание токсичных солей осталось ниже порога токсичности. Процесс реставрации солей затрагивал в основном нижние слои исследуемого профиля. На второй год после промывки им был охвачен уже весь метровой слой почвогрунтов. И все же темпы накопления токсичных солей в этом варианте значительно ниже, чем на контроле.

В III и IV вариантах наблюдаемые изменения в засолении почвогрунтов в целом аналогичны. Разница лишь в том, что внесение лигнина удвоенной нормой способствует сравнительно более глубокому рассоляющему эффекту в сравнении с внесением одинарной нормы (0.045-0.115 % суммы токсичных солей против 0.094-0.199 %) (табл.2.14). За счет этого, а также за счет улучшения водно-физических свойств почв засоление IY варианта к концу первого и второго годов после промывки остается ниже порога токсичности и составляет 0,008-0,010 % по иону хлора и 0,100-0,147 % по токсичным солям. Показатели III варианта несколько выше: 0,017-0,029 % и 0,137-0,235 % соответственно (табл.2.14).



Таблица 2.14

Изменение засоления почвогрунтов в послепромывной период  
на фоне внесения химмелиорантов

Вариант	Слой, см	Содержание в почве, %								
		хлор-ион			сульфат-ион токсич.			сумма токсичных солей		
		после промывки	в конце 1 года	конец 2 года	после промывки	в конце 1 года	конец 2 года	после промывки	в конце 1 года	конец 2 года
I	0-25	0.007	0.032	0.022	0.072	0.102	0.081	0.110	0.190	0.162
	25-50	0.018	0.032	0.038	0.134	0.111	0.133	0.212	0.202	0.242
	50-75	0.018	0.032	0.039	0.080	0.133	0.148	0.137	0.233	0.264
	75-100	0.018	0.034	0.034	0.084	0.132	0.147	0.142	0.234	0.238
	0-100	0.015	0.032	0.033	0.092	0.120	0.127	0.150	0.215	0.226
II	0-25	0.010	0.013	0.016	0.063	0.074	0.090	0.101	0.122	0.173
	25-50	0.012	0.009	0.033	0.064	0.065	0.104	0.106	0.102	0.200
	50-75	0.017	0.015	0.051	0.068	0.101	0.076	0.120	0.162	0.166
	75-100	0.018	0.019	0.041	0.072	0.123	0.069	0.126	0.198	0.142
	0-100	0.014	0.014	0.035	0.067	0.091	0.085	0.113	0.146	0.170
III	0-25	0.007	0.022	0.017	0.061	0.089	0.077	0.094	0.156	0.131
	25-50	0.019	0.019	0.021	0.086	0.079	0.102	0.147	0.137	0.173
	50-75	0.021	0.018	0.018	0.121	0.115	0.129	0.199	0.186	0.209
	75-100	0.012	0.020	0.029	0.094	0.100	0.138	0.147	0.169	0.235
	0-100	0.015	0.020	0.021	0.090	0.096	0.112	0.147	0.162	0.187
IV	0-25	0.004	0.009	0.009	0.029	0.076	0.081	0.045	0.122	0.125
	25-50	0.006	0.010	0.010	0.034	0.078	0.089	0.054	0.127	0.147
	50-75	0.008	0.008	0.008	0.044	0.074	0.077	0.072	0.118	0.113
	75-100	0.011	0.010	0.010	0.100	0.060	0.092	0.155	0.100	0.139
	0-100	0.007	0.009	0.009	0.052	0.072	0.085	0.082	0.117	0.131

Анализ полученных результатов позволил вывести следующую эмпирическую формулу (Рамазанов А., Остроброд Б., 1986) для определения оптимальных, экономически рентабельных норм внесения лигнина под промывку шоховых засоленных почв:

$$A = 0,63 \cdot H \cdot C + 2,5,$$

где **A** - норма внесения лигнина, т/га;

**H** - мощность шохового горизонта, м;

**C** - общее содержание карбонатов кальция и магния в шоховом горизонте, % к весу сухой почвы.

Нормы внесения лигнина в зависимости от общего содержания карбонатов, рассчитанные по этой формуле для маломощных почв (< 0,4 м), составляют 10-18 т/га, для среднемощных (0,4-1,0 м) - 12-40 т/га, для мощных (< 1,0 м) - 28-40 т/га.

Следует отметить, что внесение химмелиорантов в виде лигнина и навоза обеспечивает не только улучшение рассоляющей способности почв, но и повышение продуктивности орошаемых земель, что видно из данных таблицы 2.15

**Таблица 2.15**

Местоположение опытов и характеристика почв	Виды мероприятий	Урожай	Прибавка урожая	
			ц/га	% к контролю
Центральная Фергана, с-з им.Ниязова. Сероземно-луговые почвы, средnezасоленные N= 6000-6500 м <sup>3</sup> /га	1. Рыхление на h=60 см (контроль, N=6000 м <sup>3</sup> /га)	18.96		
	2. То же с внесением суперфосфата - 350 кг и лигнина 60 тн/га	22.0	2.94	15.5
	3. То же с внесением навоза 40 тн/га	24.4	5.44	28.7
	4. То же с внесением навоза 60 тн/га	28.3	9.34	49.3

При этом наиболее эффективным оказалось внесение навоза, при котором прибавка урожая составляла 5.4-9.3 ц/га.

Из изложенного выше вытекает, что на современном этапе ирригационно-мелиоративного строительства, где общепризнанным является роль дренажа как основного приема регулирования водно-солевого режима, капитальные промывки сильнозасоленных земель и солончаков должны проводиться при наличии нормально работающей коллекторно-дренажной сети. На землях с плохими водно-физическими свойствами капитальные промывки наиболее целесообразно осуществлять с внесением химмелиорантов в сочетании с механической обработкой почвы (глубокая вспашка, глубокое рыхление).

Один из таких приемов интенсификации рассоления трудномелиорируемых земель исследован институтом Средазгипроводхлопок в совхозе "Пахтакор" Мехнатабадского района Сырдарьинской области. Информация о результатах натурных исследований содержится в регистре "ИПТРИД" под названием "Разработка

интенсивной технологии промывки трудномелиорируемых земель” (индекс кода 02.13 - автор Хасанханова Г.М.). Общая площадь пилотного проекта участка 160 га.

В геоморфологическом отношении аллювиально-пролювиальная равнина, сложившихся конусов выноса. Литология переслаивающиеся суглинки, пески, супеси и глин. Уровень грунтовых вод залегал на 3-5 м от поверхности, по типу относится к сульфатно-хлоридным.

Почвы - лугово-сероземные, сильнозасоленные с высоким содержанием гипса по профилю (от 20 до 60 %). Механический состав почвы изменяется сверху вниз от легко-суглинистых песчаных до суглинистых и тяжелосуглинистых.

Опыты проводились на мелких делянках, чеках и на участке 160 га на фоне горизонтального закрытого дренажа с глубиной 3,0-3,2 м, после осуществления глубокого (0,8-1,2 м) рыхления. Промывка проводилась по глубоким коротким бороздам (50-100 м) с междурядьями 45 и 90 см. Вода в борозду подавалась с помощью гибких поливных трубопроводов (КП-160), чем обеспечивалась равномерность раздачи поливного тока.

В опытах на делянках испытывались следующие промывные нормы 2500, 5000, 7500, 10000, 15000 и 20000 м<sup>3</sup>/га.

Опыты на мелких делянках показали, что при промывках после норм 2,5 тыс.м<sup>3</sup>/га происходит опреснение почв под дном борозды и заметное накопление солей на гребнях. После поданных норм в порядке 6,0-10 тыс.м<sup>3</sup>/га отмечается дальнейший вынос солей под дном борозды с опреснением почвенного профиля до порога токсичности на глубину до 1,0 м и на участках под гребнями. При этом наиболее оптимальной с позиции выноса солей и наименьшего накопления их на гребнях, оказалось 45 см междурядий. В этом случае происходит “интенсивное осаждение растворимых солей из верхних горизонтов в нижние и достигается опреснение верхнего метрового слоя (рис.2.8).

При исследованиях на опытно-производственном участке при поливе по максимально заполненным бороздам с междурядьями 90 см проявляется аналогичный эффект. Конечным результатом эффективности промывки по бороздам на фоне глубокого рыхления, так же как и других видов технологии рассоления почв, является вынос солей из метрового слоя по иону-хлора в привязке к ним.

	Нормы промывок, м <sup>3</sup> /га	Вынос солей, тн/га по “СІ”
1	2500	10.7
2	5000	41.9
3	7500	48.9
4	10000	58.9
5	15000	62.4
6	20000	54.9

Отсюда видно, что эффективность промывки по иону хлора проявилась при увеличении промывных норм до 10000 м<sup>3</sup>/га, а дальнейший рост водоподачи практически не влиял на ход рассоления, что отразилось на показателе удельных затрат воды на вынос 1 т солей. Удельные затраты воды на вынос солей изменялся по участку от 119 м<sup>3</sup>/т (при 5000 м<sup>3</sup>/га) до 364 м<sup>3</sup>/т и 20000 м<sup>3</sup>/га (табл.2.4). Удельные затраты на вынос 1 т солей близки к таковым, полученным на участках промывок с применением временного дренажа (индексы - 02.3; 02.5). Невысокий эффект промывки по бороздам подтверждается данными урожайности хлопка, посеянного после промывки, которая составила 7-15 ц/га. Затраты воды на выращивание единицы урожая по промывке составили 357-2857 м<sup>3</sup>/ц, а после проведения 133-1333 м<sup>3</sup>/ц.

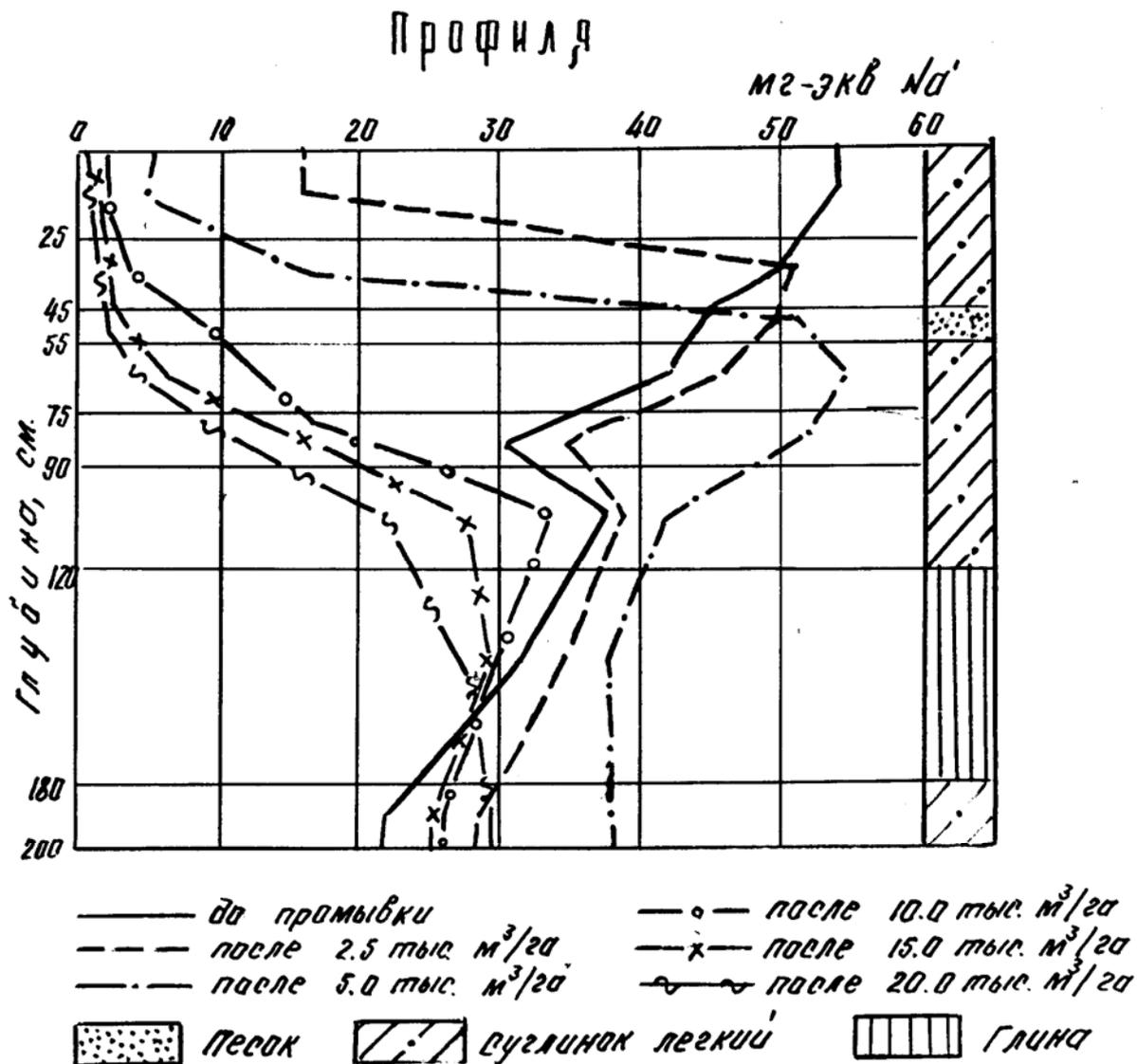


Рис. 2.8. График промываемости остаточности  
солончака.

Приведенные цифры указывают на очень высокие удельные затраты оросительной воды на выращивание единицы урожая по сравнению с данными других участков промывок, где на 1 центнер хлопчатника расходуется максимум 300-400 м<sup>3</sup>. Однако высокие затраты воды на выращивание единицы урожая на участке по всей вероятности связаны с нарушением приемов интенсивной агротехники получения оптимальной продукции с орошаемого гектара, так как высокая эффективность рыхления в улучшении всех показателей водно-физических свойств общеизвестна и

доказана. В связи с этим глубокое рыхление, как мероприятие по улучшению водно-физических свойств и промываемости трудномелиорируемых почв, широко применяется при эксплуатационных промывках.

#### 2.3.2.6. Улучшение водопользования и рассоления почв на фоне горизонтального дренажа (индекс 02.4 - объект Р.Казахстан, автор Вишпольский Ф.Ф.)

В республике Казахстан при освоении и мелиорации засоленных земель не практикуются приемы рассоления почв через промывки. Исключением являются хозяйства, расположенные в северо-западной части Голодной степи - Пахтааральского, Жетысайского и Кировского районов, где проводятся ежегодные зимне-весенние эксплуатационные промывки. На остальных массивах Чимкентской и Кызылординской областей рассоление почв достигается через посеvy риса. Даже в хлопкосеющих районах, таких как Бугунский, Турткульский и Туркестанский, земли которых представлены засоленными почвами, вместо промывки проводятся, в лучшем случае, поливы. С этой позиции опыты промывки, проведенные в хлопсовхозах "Темирязева", "Исханова" Бугунского района представляют определенный интерес как с точки зрения улучшения водопользования, так и повышения продуктивности почв и оросительной воды.

В геоморфологическом отношении территория хозяйств, где выбраны пилотные участки, расположены на проллювиально-аллювиальной равнине, которая имеет уклон 0,002-0,006. В литологическом отношении опытные участки с поверхности сложены лессовидными суглинками тяжелого механического состава, которые с глубины 3-5 м переходят в средние и легкие суглинки. Мощность покровного мелкозема составляет 10-17 м.  $K_{\phi}$  тяжелых суглинков 0,3-0,6 м/сутки, средних - 0,5-1,2 м/сут. Глубже покровного мелкозема залегает гравийно-галечниковое отложение, имеющее супесчано-суглинистое заполнение. До строительства дренажа УГВ залегал на глубине 1,5-2,0 м, и после он опустился на 2,5-3,0 м. Почвогрунты сильно засолены, тип засоления хлоридно-сульфатный. Содержание солей в верхнем метровом слое изменялся от 0,8 до 2,0 %, а во втором - 0,6-1,8 % по сумме солей.

Опыты проводились на двух участках с общей площадью 135 га, из которых первая очередь 60 га, вторая - 75 га. Удельная протяженность закрытого дренажа составила - 40 м/га. Междренные расстояния 100, 200 и 300 м. Глубина заложения в начальном участке составила 2,5, а в конце 3,0 м. Участки оконтурены с одной стороны постоянно действующим каналом Р-3, с другой периодически работающим каналом Р-3-11. На противоположных сторонах проходит коллектор К-1 и дренажосбиратель - ДС-16, их протяженность - 20 м/га. Для рассоления почв применялись осенне-зимние промывки нормой 8,5 тыс.м<sup>3</sup>/га, или посеvy риса с оросительной нормой до 26,0 тыс.м<sup>3</sup>/га. Промывка проводилась тактами 4,5 тыс.м<sup>3</sup>/га, 8,5 тыс.м<sup>3</sup>/га, 14 тыс.м<sup>3</sup>/га и 26 тыс.м<sup>3</sup>/га. После проведения рассоляющих мероприятий участки засеивались хлопчатником. Строительство закрытого горизонтального дренажа позволило:

- создать высокую дренированность в период проведения промывок и применения промывного режима орошения. Объемы дренажного стока на опытно-производственных участках составляли 25-36 % от вододачи, а с учетом разгрузки грунтовых вод покровных мелкоземов в гравийно-галечниковые отложения и их

выклинивания в дренажные сооружения на прилегающих территориях возрастали до 70 % от водоподачи;

- обеспечить повышенную скорость снижения уровня грунтовых вод после промывок и вегетационных поливов, которая колебалась в пределах 8-10 см/сутки. До строительства дренажа она не превышала 4 см/сутки;

- поддерживать уровень грунтовых вод ниже критической глубины (для условий междуречья Бугунь-Чаян глубже 2,5 м) и гарантировать быструю их сработку после проведения влагозарядковых и вегетационных поливов;

- использовать наличие хорошей гидравлической связи между различными водоносными горизонтами четвертичных отложений для усиления солеудаления из зоны аэрации и поверхностных слоев грунтовых вод при промывках, влагозарядковых и вегетационных поливах;

- установить глубины рассоления зоны аэрации и закономерности перемещения солевых масс при промывках путем применения следующих размеров промывных норм: 4,5 тыс.м<sup>3</sup>/га (50 % от расчетной нормы по формуле В.Р.Волобуева); 8,5 тыс.м<sup>3</sup>/га (расчетная норма); 14 тыс.м<sup>3</sup>/га (на 50 % выше расчетной); 26 тыс.м<sup>3</sup>/га (в 2,5 раза выше расчетной). В первом случае рассоление почвогрунтов до допустимых пределов (0,3 % по вредным солям) произошло на глубине 0,5 м, во втором - 1,0 м, в третьем - 1,5 м, в четвертом - 2,5 м. Содержание солевых масс в мелиорируемой толще изменялось следующим образом:

а) при промывке нормой 4,5 тыс.м<sup>3</sup>/га запасы солей (вредных) уменьшились на 99 т/га в слое 1,0 м, а в слое 1-2 м увеличились на 17 т/га, в слое 2-3 м на 26 т/га. По хлору произошло снижение запасов на 26 т/га в слое 1,0 м, на 1 т/га в слое 1-2 м, а в слое 2-3 м запасы солей возросли на 5,6 т/га;

б) при промывке нормой 8,5 тыс.м<sup>3</sup>/га запасы солей уменьшились на 107 т/га в слое 1,0 м, на 17 т/га в слое 1-2 м, а в слое 2-3 м возросли на 14 т/га. Запасы хлора снизились на 29 т/га в слое 1,0 м, на 6,5 т/га в слое 1-2 м, а в слое 2-3 м возросли на 1 т/га;

в) при промывке нормой 14 тыс.м<sup>3</sup>/га запасы солей уменьшились на 170 т/га в слое 1,0 м, на 47 т/га в слое 1-2 м, в слое 2-3 м возросли на 15 т/га. Запасы хлора снизились на 50 т/га в слое 1,0 м, на 19,5 т/га в слое 1-2 м, в слое 2-3 м возросли на 3 т/га;

г) при промывке нормой 26 тыс.м<sup>3</sup>/га запасы солей уменьшились на 175 т/га в слое 1,0 м, на 79 т/га в слое 1-2 м, на 21,5 т/га в слое 2-3 м, на 5 т/га в слое 3-5 м. Запасы хлора снизились на 51 т/га в слое 1,0 м, на 21 т/га в слое 1-2 м, на 7,4 т/га в слое 2-3 м, на 4,5 т/га в слое 3-5 м (водоносный горизонт). Снижение запасов солей глубже 3 м указывает на рассоление грунтовых вод, т.е. основной объект мелиорации - подвергся рассолению. Удельные расходы воды на вынос 1 тонны солей из метрового слоя составили соответственно 45 м<sup>3</sup>; 76 м<sup>3</sup>; 147 м<sup>3</sup>, а из трехметрового слоя 82 м<sup>3</sup>; 76 м<sup>3</sup>; 84 м<sup>3</sup> (табл.2.4). Минерализация грунтовых вод в первом случае возросла с 8,5 до 13 г/л; во втором - с 9 до 15,5 г/л; в третьем с 8 до 10,5 г/л; в четвертом - снизилась с 8 до 6,5 г/л.

В то же время результаты исследования показывают, что в процессе промывки в начальной стадии наблюдается усиленный темп рассоления почвогрунтов, а затем он несколько снижается. На конечном этапе вынос практически прекращается (рис.2.9).. Из рисунка видно, что для условий Арысь-Туркестанского массива с сульфатно-хлоридным типом засоления оптимальной нормой промывки является - 12-13 тыс.м<sup>3</sup>/га, при котором 1 м слой почвы рассоляется до порога токсичности как по иону-хлора, так и по сумме солей. Однако с позиции опреснения верхнего слоя грунтовых вод указанная норма недостаточна, хотя этот процесс, в принципе, очень длительный.

Водный баланс опытных участков складывается по типу усиленного поверхностного притока за счет водоподачи соответственно по вариантам 10,2 тыс.м<sup>3</sup>/га и 28,0 тыс.м<sup>3</sup>/га и подземного оттока и дренажного стока. Дренажный сток на первом варианте (10,2 тыс.м<sup>3</sup>/га) составил 2,8 тыс.м<sup>3</sup>/га, во втором - 9,0 тыс.м<sup>3</sup>/га, а подземный отток соответственно 5 и 14,5 тыс.м<sup>3</sup>/га при общем влагопоступлении 54,6 и 75,15 тыс.м<sup>3</sup>/га (табл.2.16). В формировании водного баланса осадки и испарение играли незначительную роль. Солевой баланс соответственно с водным складывался отрицательно по типу необратимого рассоления почвогрунтов.

Таблица 2.16

Водный баланс при промывке нормами

8.5, тыс.м<sup>3</sup>/га  
26.0

Приходные статьи	тыс.м <sup>3</sup> /га	Расходные статьи	тыс.м <sup>3</sup> /га
<b><u>Зоны аэрации</u></b>			
1. Начальные запасы	<u>8.5</u>	1. Конечные запасы	<u>9.8</u>
	8.4		9.9
2. Водоподача	<u>10.2</u>	2. Испарение	<u>0.6</u>
	28.0		0.75
3. Осадки	<u>0.2</u>	3. Фильтрация	<u>8.5</u>
	0.25		26.0
ИТОГО	<u>18.9</u>	ИТОГО	<u>18.9</u>
	36.65		36.65
<b><u>Грунтовых вод</u></b>			
1. Начальные запасы	<u>35.7</u>	1. Конечные запасы	<u>37.5</u>
	38.5		39.5
2. Фильтрационные воды	<u>8.5</u>	2. Испарение	<u>2.8</u>
	26.0		9.0
		3. Подземный отток	<u>5.0</u>
			14.5
ИТОГО	<u>44.2</u>	ИТОГО	<u>45.3</u>
	64.5		63.0
<b><u>Общий</u></b>			
1. Начальные запасы	<u>44.2</u>	1. Конечные запасы	<u>47.3</u>
	46.9		49.4
2. Водоподача	<u>10.2</u>	2. Испарение	<u>0.6</u>
	28.0		0.75
3. Осадки	<u>0.2</u>	3. Дренажный сток	<u>2.8</u>
	0.25		9.0
ИТОГО	<u>54.6</u>	4. Подземный отток	<u>5.0</u>
	75.15		14.5
		ИТОГО	<u>55.7</u>
			73.65

ПРИМЕЧАНИЕ: Расчеты велись на толщину покровных суглинков.

По балансу при промывках нормой 8,5 тыс.м<sup>3</sup>/га солевой баланс складывался следующим образом: запасы солей в зоне аэрации уменьшились на 110 т/га, в

водоносной толще увеличились на 36 т/га, а в целом уменьшились на 74 т/га (табл.2.17).

**Таблица 2.17**

Солевой баланс при промывке нормами

8.5, тыс.м<sup>3</sup>/га  
26.0

Приходные статьи	т/га	Расходные статьи	т/га
<b><u>Зоны аэрации</u></b>			
1. Начальный запас солей	<u>283</u> 358	1. Конечный запас солей	<u>173</u> 82
2. Поступление солей с оросительными водами и осадками	<u>4.0</u> 10.0	2. Вынос солей с просачивающейся оросительными водами и осадками	<u>114</u> 335
ИТОГО	<u>287.0</u> 368	ИТОГО	<u>287</u> 417
<b><u>Грунтовых вод</u></b>			
1. Начальный запас солей	<u>320</u> 356	1. Конечный запас солей	<u>356</u> 425
2. Поступление солей с просачивающимися оросительными водами и осадками	<u>114</u> 335	2. Вынос солей с дренажным стоком	<u>18</u> 105
		3. Вынос солей с подземным оттоком	<u>65</u> 150
ИТОГО	<u>434</u> 691	ИТОГО	<u>439</u> 680
<b><u>Общий</u></b>			
1. Начальный запас солей	<u>603</u> 714	1. Конечный запас солей	<u>529</u> 507
2. Поступление солей с оросительными водами и осадками	<u>4.0</u> 10.0	2. Вынос солей с дренажным стоком	<u>18</u> 105
		3. Вынос солей с подземным оттоком	<u>65</u> 150
ИТОГО	<u>607</u> 724	ИТОГО	<u>612</u> 762

При промывках нормой 26 тыс.м<sup>3</sup>/га запасы солей в зоне аэрации уменьшились на 276 т/га, в водоносной толще возросли на 69 т/га, а в целом снизились на 207 т/га. В первом случае водный баланс зоны аэрации формировался следующим образом: приходные статьи - водоподача 10,2 тыс.м<sup>3</sup>/га, осадки 200 м<sup>3</sup>/га; расходные - испарение 600 м<sup>3</sup>/га, насыщение (до ППВ) 1,3 тыс.м<sup>3</sup>/га, фильтрация 8,5 тыс.м<sup>3</sup>/га. Во втором случае приходные статьи - водоподача 28 тыс.м<sup>3</sup>/га, осадки 250 м<sup>3</sup>/га; расходные -

испарение 750 м<sup>3</sup>/га, насыщение 1,5 тыс.м<sup>3</sup>/га, фильтрация 26 тыс.м<sup>3</sup>/га. При промывках нормами 8,5 и 26 тыс.м<sup>3</sup>/га вынос солей из зоны аэрации и водоносной толщи четвертичных отложений дренажным стоком составил 18 и 105 т/га, а подземным оттоком, который выклинивался в дренажные сооружения прилегающих территорий - 65 и 150 т/га (табл.2.17). В условиях многослойных грунтов показатели мелиоративной эффективности системы горизонтального дренажа в пределах хозяйства (5-6 тыс.га) возросли до двух и более раз относительно опытно-производственных участков.

## РЕЗЮМЕ

Анализ представленных материалов по 7 пилотным участкам капитальных промывок показывает, что:

1. Этот вид промывок, применяемый при освоении сильнозасоленных почв и солончаков, а также при вводе в сельхозоборот внутриоазисных перелогов, является высокоэффективным приемом рассоления земель. При этом интенсивность рассоления почвогрунтов и определение грунтовых вод зависит от работоспособности дренажа, нормы и технологии проведения капитальных промывок. На всех пилотных участках капитальные промывки с посевом риса и без него проведены на фоне хорошо работающих дренажных систем, что позволило получить на них высокий рассоляющий эффект:

- за один сезон (60-150 суток) рассолены не только корнеобитаемый слой почвы до порога токсичности, но и зоны аэрации и верхний слой грунтовых вод. Интенсивность выноса солей в зависимости от степени засоления, нормы промывок и дренированности территории изменялась в пределах от 150-160 до 250 тн/га на участках СВД, 74-207 на фоне горизонтального и 110-399 тн/га на участках ЗГД в сочетании с временным дренажом (табл.2.Р);

- на всех участках наблюдалось опреснение грунтовых вод. Достаточно сильное опреснение грунтовых вод достигнуто на участке СВД - с 9 и 20 г/л до 3.5-4.0 г/л. На участках ЗГД и ОГД минерализация грунтовых вод снизилась с 28-49.8 г/л до 15-16 г/л и ниже;

- водно-солевой баланс на всех участках капитальных промывок складывался по типу необратимого рассоления почвогрунтов на большую глубину - до 3-4.5 м на фоне горизонтального дренажа и на всю мощность покровных отложений при работе СВД. При этом рассоление почвогрунтов и грунтовых вод протекало, главным образом, за счет выноса солей. Объем выноса солей по участкам систем горизонтального дренажа изменялся в пределах от 104 до 383 т/га (индексы 02.3 и 02.34) до 105-238 тн/га (индексы 02.4 и 02.5), из которых на долю временных дрен приходится - 60 (инд.02.3) - 80 % (02.34 и 02.5) (табл.2.Р);

- на всех участках в процессе проведения капитальных промывок наблюдается определенная закономерность изменения минерализации дренажного стока, как постоянного, так и временных дрен; вначале рост на 5-10 г/л и к концу промывок спад минерализации (на 10-30 г/л) (табл.2.Р);

- отрицательное влияние на мелиоративное состояние прилегающих земель, что подтверждается данными наблюдений по всем 8 пилотным участкам.

Таблица 2.Р

## Эффективность капитальных промывок земель на фоне различных типов дренажа

Параметры объектов и показатели эффектив- ности капитальных промывок	Индексы пилотных участков							
	02.39	02.3	02.34	02.13	02.4	02.5	02.8	химме- рат.
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Общая площадь про- мывки, га	310.5 297.5 (рис.)	104	78	160(16)	135 га	101	20	4.5
Тип дренажа	ВД	ЗГД+ВрД	ЗГД+ВрД	ЗГД	ЗГД	ГД+ВрД	ВД	ГД
Характер распредел.солей по профилю почвогрун- тов	поверхн. до 2.0 м	равномерно на большую глубину	равномерно на большую глубину	поверхн. до 2.0 м	равномерно на большую глубину	равномерно на глуб.до 13-17 м	поверхн.до глуб. 2.5 м	поверхн. до 2.0 м
Степень засоления по $\Sigma$ солей	Сильная 2-30 %	сильная 2-3.8	сильная 2.2-3.9	сильная $\Sigma$ Т.С 1.6- 0.7	сильная до 2.5	очень сильная $\Sigma$ Т.С 0.6- 1.1	сильная до 5.5	средняя и сильная до 1.2-1.8
CL	0.25-0.3	0.20-0.35	0.14-0.4	0.53-0.6	0.14-0.18	0.23-0.35	0.7-1.0	0.14-0.18
Проницаемость гр $K_f$ , м/сут	0.05-0.07	0.15-0.25	0.03-0.06	0.1-0.3	0.3-0.6	0.1-0.3	0.025-0.3	0.3
Коэффициент солеотдачи	0.9-1.2	1.2-1.4	1.0-1.3	-	-	1.3-1.4	1.4	1.2-1.4

Промывная норма N (брутто), тыс.м <sup>3</sup> /га	41-45	29-38	22.0 (18 конт.)	5.0-2.0	4.5-26	39.5-42	19-115	4.5-9.5
N (нетто), тыс.м <sup>3</sup> /га	18-25	25-33	19.6 (16 конт.)	-	-	20-35	11-78	4.5-9.5
Рассоляющий расход "g", тыс.м <sup>3</sup> /га	7.8-12.8	15.7-22.7	19.6 (14 конт.)	5-20	4.0-20	10-26	5-63	4-8.5
Дренажный сток (ДС), тыс.м <sup>3</sup> /га	11-13.8	9.7-15.0	15.2 (11.6 конт.)	3-10	2.8-9.0	18.5-20.1	5-10	3
в т.ч. временного, тыс.м <sup>3</sup> /га	-	6.4-9.5	11.8 (8.5 к)	-	-	13.3-15.4	-	-
Минерализация ГВ, г/л								
в начале	9.0	2.8-49.3	40-60	5-8	8-9	19-26	6.5-20.8	-
в конце	3.5	15.4-40.2	-	-	6.5	8-16	2.8-4.3	-
Минерализация ДС, г/л								
в начале	1.5-2.0	22-42	-	-	15-16	21-23	6.1-12	-
в конце	1.5-2.0	5-17	-	-	4.5-5	12-17	2-4	-
Минер.ДС вр.др., г/л								
в начале	-	28-55	-	-	-	24	-	-
в конце	-	4-24	-	-	-	8.0	-	-
Вынос солей, тн/га								
0-1 м	70-150	82-193.4	226 (218 конт.)	15-62.4	110-276	105-106	-	62.4-92.6 (64 контр.)
0-3 м	100-160	110-317.4	399 (293 конт.)	-	74-207	-	78-249.2	-

Вынос солей ДС, тн	-	104-298.3	383 (232 конт.)	-	105	161.3-238.3	-	-
в том числе Вр, тн	-	65-164.2	166 (84 конт.)	-	-	109.2-157.4	-	-
Удельные затраты воды на вынос 1 тн солей, м <sup>3</sup> /тн	105-256	79-159	86 (137 конт.)	119-364	77-115	194-335	110-387	76-114 148 (конт.)
Урожайность риса, цга	53	40-53	-	-	-	-	22-40	-
Урожайность хлоп., ц/га	28		-	7-15	20-25		15-18	-
Удельные затраты, м <sup>3</sup> /ц по рису	283	475-624	-	-			500-275	-
по хлопку	535			1330-1333	425-340		650-4330	-
Экономическая эффективность, рубл/га (1983-84 г.)	450-600	-	202	200-600	250-300	-	300	-
Глубина рассоления, м	25-30 м	3.5-4.0	4.0-4.5	-	3.5-4.0	10	10-15	-
в т.ч. до порога токсичности	2.0	1.5-2.0	1.5	-	2.0	1.5-2.0	5.0	1.5
Зона активного водо- и со-леобмена	50-60	16	-	-	7-8	10	50-60	

2. На землях с плохими водно-физическими свойствами почвогрунтов (высокая степень засоления 2-3.5 % по плотному остатку, низкая водопроницаемость  $K_f \leq 0.1-0.3$  м/сутки и солеотдачи  $\alpha \leq 0.9-1.2$ ) промывки наиболее целесообразно проводить с использованием временных дрен, химвелиорантов в виде навоза и лигнина и других структурообразователей, а на гипсированных почвогрунтах дополнительно с глубоким рыхлением 0.8-1.2 м. Временные дрены в соответствии с их параметрами дали возможность снизить нагрузки на постоянный дренаж до 60-80 % как по водоотведению, так и по выносу солей. В этом отношении исключением являются объекты применения систем вертикального дренажа, которые имеют резерв мощности по дренированию за счет взаимодействия скважин. С другой стороны, СВД обладает возможностью управлять УГВ в широком диапазоне от 1.5 м до 4.5-5.0 м от поверхности земли, создавая большую свободную емкость для приема инфильтрационных вод. Подтверждением являются результаты капитальных промывок через культуру риса и без него, полученные на пилотных участках СВД 02.39 и 02.8, где орошаемые земли представлены сильнозасоленными почвами и солончаками, со слабопроницаемыми грунтами  $K < 0.1-0.3$  м/сут и солеотдачей  $< 0.9-1.2$  (табл.2.Р). На очень тяжеломелиорируемых землях хорошие результаты рассоления почвогрунтов достигаются при 2-х стадийной промывке.

3. При хорошо работающем дренаже (СВД или ГД) капитальную промывку лучше всего проводить с использованием культуры риса, которая одновременно с рассолением почвогрунтов позволяет получать продукцию с орошаемых земель, тем самым ускоряет окупаемость затрат на проведение промывки. При этом в условиях достаточно хорошей работы дренажа промывка через культуру риса, так же как промывка с грузными нормами, превышающими 25-30 тыс.м<sup>3</sup>/га, является достаточно эффективной.

4. На всех пилотных участках, за исключением опытов с использованием химвелиорантов и 2-х стадийной промывки, нормы водоподачи не были строго обоснованы и они оказались в 1.5-2.0 раза завышены. Анализ результатов капитальных промывок по пилотным участкам показывает, что для рассоления почвогрунтов до порога токсичности даже 1.5-2.0 м слоя, не говоря уже 0-1 м, достаточным оказалась норма порядка 12-15 тыс.м<sup>3</sup>/га, а с учетом проточности полива риса - 20-22 тыс.м<sup>3</sup>/га против 35-45 тыс.м<sup>3</sup>/га, использованных при промывках (рис.2.2 и 2.6.1). Эти результаты следует учесть при организации капитальных промывок при вводе земель внутриозисных перелогов, обеспечив их оптимальную дренированность.

5. Капитальная промывка с грузными нормами при хорошей работе дренажа вовлекает в водо-солеобмен довольно мощный слой почвогрунтов. На участках вертикального дренажа в солеобмене участвует вся мощность покровного мелкозема от 15 до 30 м. Однако, из-за недостаточной интенсивности водно-солевого раствора из покровного мелкозема по сравнению с объемом отбора подземных вод, быстрый рост минерализации откачиваемых вод не наблюдается. На участках горизонтального дренажа (по материалам опытов капитальных промывок) в водо- и солеобмене участвует слой почвогрунтов от 10 (индекс 02.4) до 16-20 м (индексы 02.3 и 02.5). Это является причиной медленного снижения минерализации дренажного стока при сильном и равномерном содержании солей на большую глубину.

6. Реализация капитальной промывки требует огромных затрат как водных, так и трудовых, а также материально-технических ресурсов. В связи с этим в современных условиях, при дефиците водных и материально-трудовых ресурсов капитальная промывка, как широкомасштабный, эффективный прием рассоления почв не может быть рекомендован.

Удельные затраты воды на вынос 1 тн солей из зоны аэрации изменялись в зависимости от коэффициента солеотдачи, содержание легкорастворимых солей от 79-159 (индекс 02.3) до 194-335 м<sup>3</sup>/тн (индекс 02.5) на участках ЗГД в сочетании с временными дренами и от 105 до 387 м<sup>3</sup>/тн на пилотных участках СВД. Самые низкие удельные затраты воды на вынос 1 тн солей формируются на участках 2-х стадийной технологии промывки (86 м<sup>3</sup>/т, против 137 м<sup>3</sup> на контроле) и применения химвелиорантов - 76-114 м<sup>3</sup>/тн против 148 м<sup>3</sup>/тн на контрольном участке. Эффективность системы горизонтального дренажа в пределах хозяйств (5-6 тыс.га) возрастала до двух и более раз относительно опытно-производственных участков.

Основными результатами исследований является установление рациональной глубины рассоления зоны аэрации при промывках, улучшение водопользования за счет сокращения норм водопотребления в период освоения промытых земель и использования незарегулированного стока поверхностных вод в вневегетационный период на промывки, ускорение темпов рассоления почв и получение урожайности хлопчатника в пределах 20-25 ц/га, зерновых 35-45 ц/га, кукурузы 55-70 ц/га. На фоне расчетного режима орошения минимальные значения урожая получены при промывке нормой 8.5 тыс.м<sup>3</sup>/га, максимальные - при промывке нормой 26 тыс.м<sup>3</sup>/га.

Результаты опытов на Бугунском участке также показывают высокий рассолительный эффект капитальной промывки в условиях тяжелосуглинистых грунтов при хорошей работе закрытого дренажа.

### 2.3.3. ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЕ ПРОМЫВКИ ЗАСОЛЕННЫХ ПОЧВ

Эксплуатационная, или так называемая профилактическая промывка, проводимая ежегодно в осенне-зимний и ранневесенний периоды, предназначена, больше всего, для опреснения слабо- и средnezасоленных почв, находящихся в сельскохозяйственном обороте. Профилактическая промывка предусматривается также в целях предупреждения засоления почв. Устойчивое рассоление корнеобитаемого слоя и зоны аэрации достигается при этом способе в течение ряда лет на фоне интенсивно работающего постоянного дренажа. Нормы эксплуатационных промывок устанавливаются в зависимости от степени, типа засоления и водно-физических свойств почвогрунтов. На слабо- и средnezасоленных почвах со средней и хорошей проницаемостью достаточными являются промывные нормы 2,5-3,5 тыс.м<sup>3</sup>/га, а на сильнозасоленных - до 5-6,5 тыс.м<sup>3</sup>/га.

На тяжелых почвах промывные нормы на 15-20 % больше, чем на легких и средних. При этом в вегетационные периоды назначаются промывные режимы орошения. Обязательным условием промывного режима мелиоративного периода является соблюдение условия  $B \leq (1,15-1,2) (I+T)$ , где B - суммарное водопоступление на орошаемые поля; I+T - суммарное испарение.

Характерными особенностями эксплуатационных промывок является также постепенное рассоление зоны аэрации почвогрунтов и верхнего слоя грунтовых вод за 3-5 лет без применения временного дренажа. Нормы эксплуатационных промывок должны быть увязаны с метеорологическими условиями и водными ресурсами рассматриваемого года, по которым устанавливаются лимиты водоподачи в разрезе областей и районов (табл.3.1.). В маловодные годы из-за дефицита водных ресурсов несколько снижаются промывные нормы. В связи с этим для повышения рассоляющего эффекта (особенно в маловодные годы) промывок, предотвращения реставрации засоления почв к началу сева необходимо строго соблюдать технологию проведения рассолительных мероприятий и агротехнических приемов, проводимых после завершения промывок (разравнивание чеков и планировка, чизелевание и боронование и др.). Глубокая вспашка и рыхление с внесением органических удобрений (навоза, лигнина) резко повышают рассолительный эффект промывок.

Таблица 3.1.

Примерные нормы эксплуатационных промывок  
на орошаемых землях Узбекистана, подверженных засолению  
(при наличии дренажа)

Механический состав, характер строения и сложения почвогрунтов в зоне аэрации	Исходное содержание хлора-иона в слое 0-100 см, %	Общая промывная норма, тыс.м <sup>3</sup> /га	Кратность промывок
<b>Голодная степь</b>			
Средне- и легкосуглинистые, однородные	0.01 - 0.04	3.0 - 3.5	1
	0.04 - 0.10	3.5 - 5.0	2

Механический состав, характер строения и сложения почвогрунтов в зоне аэрации	Исходное содержание хлора-иона в слое 0-100 см, %	Общая промывная норма, тыс.м <sup>3</sup> /га	Кратность промывок
Слоистые, неоднородные	0.01 - 0.04	4.0 - 5.0	2
	0.04 - 0.10	5.0 - 6.5	3
<b>Ферганская долина</b>			
Легкие, слоистые	0.01 - 0.04	2.0 - 2.5	1
	0.04 - 0.10	2.5 - 4.0	2
Среднесуглинистые, слоистые, неоднородные	0.01 - 0.04	3.0 - 3.5	1
	0.04 - 0.10	3.5 - 5.0	2
Глинистые и тяжелосуглинистые, однородные и слоистые	0.04 - 0.10	5.0 - 6.5	3
<b>Бухарская область</b>			
Легкие	0.01 - 0.04	2.0 - 2.5	1
	0.04 - 0.10	2.5 - 4.0	2
Среднесуглинистые, слоистые, неоднородные	0.01 - 0.04	3.0 - 3.5	1
	0.04 - 0.10	3.5 - 5.0	2
Глинистые и тяжелосуглинистые, однородные и слоистые	0.01 - 0.04	4.0 - 5.0	2
	0.04 - 0.10	5.0 - 6.5	3
<b>ККАССР и Хорезмская область</b>			
Легкие, слоистые	0.01 - 0.04	3.0 - 3.5	2
	0.04 - 0.10	3.5 - 5.0	3
Среднесуглинистые, слоистые, неоднородные	0.01 - 0.04	4.0 - 5.0	3
	0.04 - 0.10	6.0 - 7.5	5
<b>Каршинская и Шерабадская степи</b>			
Легкие, слоистые	0.01 - 0.04	3.0 - 3.5	2
	0.04 - 0.10	3.5 - 5.0	2 - 3
Среднесуглинистые, слоистые, неоднородные	0.01 - 0.04	4.0 - 5.0	3
	0.04 - 0.10	5.0 - 6.5	4
Глинистые и тяжелосуглинистые	0.01 - 0.04	5.0 - 6.0	3
	0.04 - 0.10	6.0 - 7.5	

Эксплуатационная промывка так же, как и капитальная, наибольший эффект дает на фоне вертикального дренажа, который достигается за счет создания большой

свободной емкости почвогрунтов путем усиленной откачки, проводимой перед промывкой (табл.3.2).

Таблица 3.2

Сравнительный эффект от эксплуатационной промывки на фоне различных типов дренажа при одинаковой дренированности территории (засоленность средняя и сильная)

Условия промывки	Тип дренажа		
	горизонтальный	вертикальный	комбинированный
Легкие почвы, $K_f > 0,5$ м/сут Затраты воды на вынос 1 т солей с га, м <sup>3</sup>	70 - 75	до 60	до 60
Продолжительность рассоления зоны аэрации, лет	3 - 5	1	2 - 3
Средние почвы, $K_f = 0.1-0.5$ м/сут Затраты воды на вынос 1 т солей с га, м <sup>3</sup>	160 - 150	70 - 100	85 - 125
Продолжительность рассоления зоны аэрации, лет	5 - 8	2 - 3	3 - 5
Тяжелые почвы, $K_f < 0.1$ м/сут Затраты воды на вынос 1 т солей с га, м <sup>3</sup>	200 - 250	150 - 200	175 - 250
Продолжительность рассоления зоны аэрации, лет	5 - 7	2 - 3	3 - 5

В то же время усилением отбора подземных вод можно добиться быстрой сработки промывных вод и регулировать грунтовые воды в оптимальных диапазонах, тем самым предотвратить реставрацию засоления почв.

### 2.3.3.1. Сроки и условия проведения эксплуатационных промывок и влагозарядковых поливов

Влагозарядковый полив, проводимый обычно весной на незасоленных и слабозасоленных почвах с повышенной нормой водоподачи - до 2,0 тыс.м<sup>3</sup>/га, можно рассматривать как разновидность профилактической промывки. Он проводится в районах с недостаточным количеством атмосферных осадков - менее 200 мм в год.

Влагозарядковые поливы наиболее эффективны на автоморфных с глубоким залеганием грунтовых вод (более 3 м). В этом случае они позволяют получить всходы без вызывного полива, сократить число вегетационных поливов и уменьшить величину оросительной нормы.

На гидроморфных почвах с разной степенью засоления запасные поливы, проводимые в ранневесенний период, называют зимним поливом. В отдельных районах (на легких и маломощных почвах) запасной полив проводят перед посевом, в этом

случае его называют предпосевным. Техника его проведения такая же, как и вегетационного полива. Норма влагозарядкового полива колеблется от 1,0-1,8 тыс.м<sup>3</sup>/га на маломощных почвах, подстилаемых песками или галькой (глубиной 0,5-1 м), до 2,0 тыс.м<sup>3</sup>/га - на мощных автоморфных почвах. На малых уклонах влагозарядковые поливы можно осуществлять аналогично промывкам, применяя при этом меньшие по высоте валики - 25-30 сантиметров. При малых уклонах полей можно применять увлажнение по неглубоким затопляемым бороздам. На полях со средними и большими уклонами влагозарядковые поливы следует проводить по бороздам, однако их длина должна быть в 1,5-2 раза меньше применяемых обычно при вегетационных поливах, борозды должны быть тупыми, а полив производится без сброса.

В республике Узбекистан ежегодно на площади 1,5 млн.га земель проводятся эксплуатационные промывки и влагозарядковые поливы. При этом на площади 1,1-1,2 млн.га, представленных слабозасоленными почвами, промывка совмещается с влагозарядковыми поливами. На осенне-зимние промывки и влагозарядковые поливы расходуется в Узбекистане от 11,5 до 13,0 км<sup>3</sup> воды, а в целом по Центральной Азии более 20 км<sup>3</sup>. Эффективность осенне-зимних рассолительных мероприятий во многом зависит от правильности организации проведения промывок, в первую очередь, подготовки земель и срока их реализации.

При назначении сроков осенне-зимних эксплуатационных промывок и влагозарядковых поливов основными показателями являются дренированность территории, характеризующаяся скоростью сработки промывных инфильтрационных вод; уровень грунтовых вод, определяющий свободную емкость и объем воды, вмещаемой в зоне аэрации за один полив; типы и степень засоления почвы, а также водные ресурсы и погодные условия за невегетационный период. При высокой дренированности земель, обеспечивающей быструю сработку промывных инфильтрационных вод (> 5 см/сут), и в почвогрунтах с высокой водопроницаемостью (легкие суглинки и супеси) время проведения промывки можно строго не регламентировать. В этих условиях сроки проведения промывок устанавливаются в зависимости от степени и типа засоления почв, которые определяют нормы водоподдачи: чем сильнее засолены почвы, тем больше объем водоподдачи и продолжительность промывки. Для трудномелиорируемых земель, характеризующихся низкой водо- и солеотдачей, продолжительность промывки больше.

Результаты многолетних опытов водохозяйственных организаций и натурных исследований показывают, что оптимальными сроками эксплуатационных промывок является время, когда грунтовые воды залегают наиболее глубоко. В это время на мелиорируемых землях создаются условия для подачи необходимого объема инфильтрационной воды через промывную толщу. Для большинства орошаемых регионов это осень и зима.

Многочисленные опыты, проведенные в различных почвенно-климатических и инженерно-геологических зонах, показали, что в условиях недостаточной дренированности территории наилучшими сроками промывки являются:

Голодная степь - конец ноября - декабрь - январь.

Ферганская долина - декабрь - январь.

Каракалпакская АССР } - декабрь (2/3 нормы промывки)

Хорезмская область - февраль-апрель (1/3 нормы промывки).

Бухарская, Сурхандарьинская - конец января

}

и Кашкадарьинская области - февраль-март.

Конкретные сроки проведения промывных поливов должны устанавливаться специалистами хозяйства (агрономом, инженером-гидротехником) с учетом погодных и климатических условий и наступлением весенних полевых работ. Обычно в теплые периоды года при положительных температурах легкорастворимые соли быстро выносятся из почвенного слоя промывной водой. Однако при этом испарение гораздо больше, чем таковое в зимнее время. В принципе сроки промывки следует назначить таким образом, чтобы обеспечить к началу сева оптимальные запасы влаги и концентрации почвенного раствора в корнеобитаемом слое для получения нормальных всходов сельскохозяйственных культур и в то же время сработкой грунтовых вод предотвратить реставрацию засоления почв. Поэтому в годы с высокой обеспеченностью атмосферными осадками следует начинать промывку в конце ноября и декабря, а в маловодные годы - несколько позже.

До сих пор во многих хозяйствах придерживаются мнения о необходимости проведения промывных поливов только в осенне-зимний период - ноябрь-декабрь, когда грунтовые воды залегают наиболее глубоко от поверхности. Такое мнение сложилось из опыта, когда промывка осуществлялась без дрена или их мощность была недостаточной для быстрого регулирования и снижения уровня грунтовых вод. В этих условиях промывкой легкорастворимые соли вытесняются в нижние почвенные слои и грунтовые воды, а в вегетационный период земли повторно засоляются. С другой стороны, организация и проведение промывок в осенне-зимний период была вызвана незарегулированностью водных ресурсов. Теперь водохранилища позволяют проводить промывки в любое время года. Одновременно в основных районах орошаемой зоны республик Центральной Азии построены и эксплуатируется коллекторно-дренажная система, обеспечивая управление водно-солевыми процессами при их нормальной эксплуатации.

Следует отметить, что внутрихозяйственная дренажная сеть, находящаяся на балансе хозяйств, из-за недостаточного объема и несвоевременного проведения ремонтно-восстановительных работ, находится в крайне неудовлетворительном состоянии, в результате чего возможно резкое снижение эффекта от промывок. Если со стороны хозяйств не будет уделено особое внимание на очистки и ремонт коллекторно-дренажной сети, то эффект от промывных поливов не проявится.

На массивах, где построен вертикальный дренаж, в период осенне-зимних рассолительных мероприятий система должна работать без перерыва, создавая свободную емкость для приема инфильтрационных промывных вод. Открытая и закрытая коллекторно-дренажная сеть также должна работать бесперебойно, отводя грунтовые воды за пределы орошаемых массивов, для чего их следует очистить от наносов и зарастания.

При назначении сроков промывок и влагозарядковых поливов следует принимать во внимание и агроклиматические факторы. Характерными особенностями маловодных лет являются не только ограниченные водные ресурсы, но и резко отличающиеся от среднеголетних температуры, а также распределение осадков по сезонам. Обычно в эти годы осенне-зимних дней с положительными температурами больше, а объем осадков в весенние месяцы - намного меньше, чем в среднеголетние годы. Так, по данным метеостанций, расположенных в Голодной степи, в зимне-весенний период 1986 г. температура воздуха изменялась от +3,9°С до +15,4°С. За пять зимне-весенних (январь-май) месяцев количество выпавших атмосферных осадков не превышало 98 мм, а испарение из почвенного слоя составило 318 мм. Если при том соотношении атмосферных осадков и суммарного испарения, которое сложилось в этот год, проводить промывку в первой декаде января нормой 3,0 тыс.м<sup>3</sup>/га, то к 15-20 марта влажность почвы в корнеобитаемом слое достигнет 0,7

ППВ, а к началу сева (5-10 апреля) составит 0,55-0,6 ППВ. Такое положение создает условия для формирования неблагоприятного солевого режима почв - неизбежной реставрации их засоления, что подтверждается данными натурных исследований (рис.3.1).

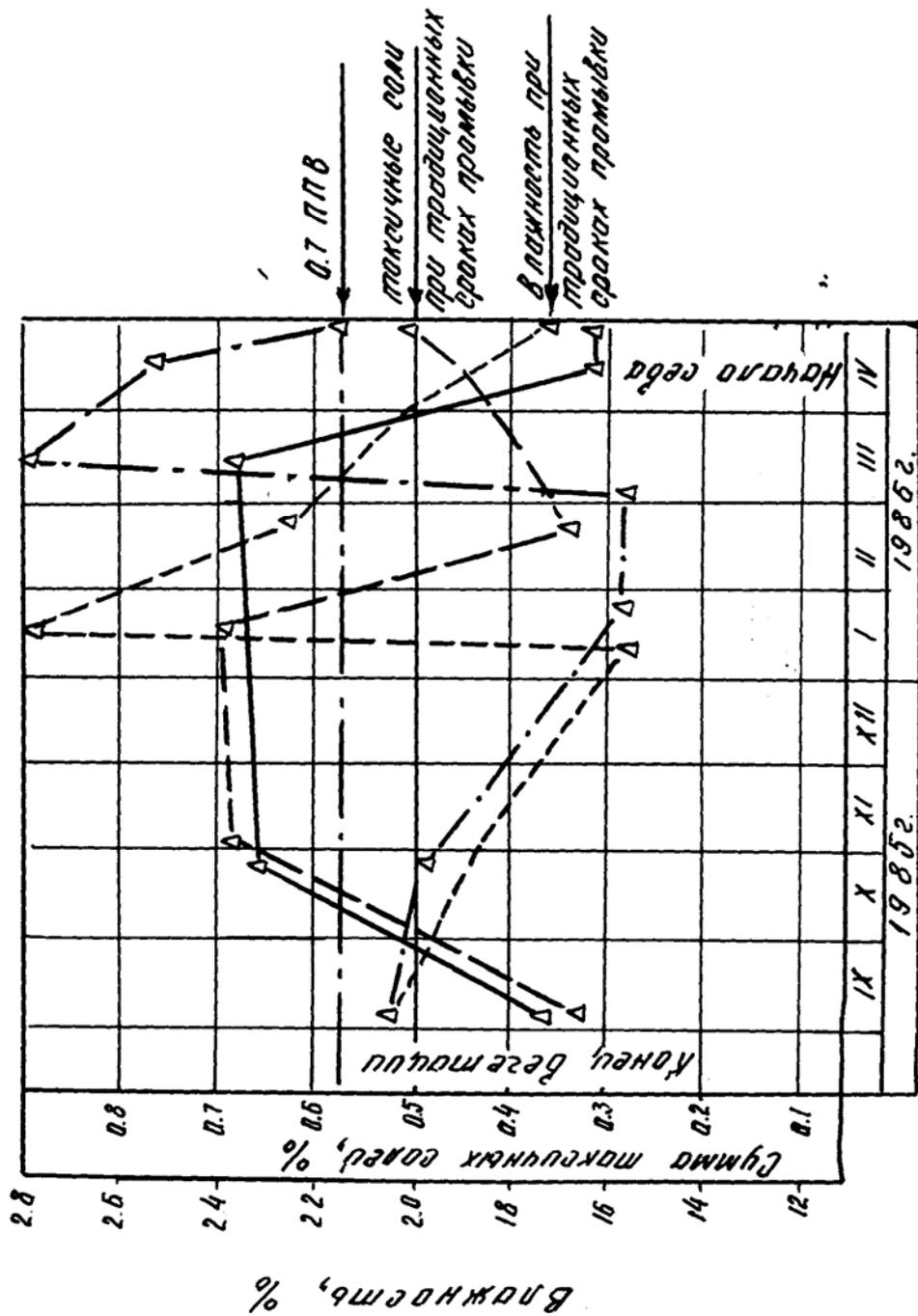
В маловодные годы планируемые хозяйствами агротехнические мероприятия должны быть нацелены не только на опреснение почвенного слоя, но и на предотвращение реставрации засоления земель, обеспечение оптимальной влажности и допустимой концентрации почвенного раствора в почве для получения нормальных всходов и развития растений. Поэтому в маловодные годы лучшими сроками проведения рассолительных мероприятий являются последние месяцы зимы и ранневесенний период, увязывая их с началом сева сельхозкультур, продолжительностью расходования почвенной влаги до их оптимальной величины (0,75-0,8 ППВ) и до допустимых почвенных концентраций раствора.

Для этого сроки проведения промывок следует выбрать таким образом, чтобы период времени от начала их проведения до начала посева соответствовал времени, необходимому для подачи воды на поле, впитыванию ее в почву, отводу необходимого объема воды дренажем и высыхания верхнего слоя почвы до степени, при которой влажность почвы и концентрация почвенного раствора находились бы в требуемых пределах. Известно, что период от начала проведения промывки до "поспевания" почвы к началу сева зависит от размера промывной нормы, глубины залегания грунтовых вод, мощности дренажа, механического состава почв, погодных условий.

Продолжительность расходования почвенной влаги до "поспевания" почв к посеву, т.е. до оптимальной влажности перед посевом 0.75-0.8 ППВ с учетом атмосферных осадков, поступления воды из грунтовых вод, можно устанавливать, используя рис.3.2; 3.3; 3.4 и 3.5 и данные таблицы 3.3 (срок сева сельхозкультур).

Опыты САНИИРИ, НПО Союзхлопок, передовых хозяйств, проведенные в различных районах республики, показывают, что при нормальной работе коллекторно-дренажной сети ежегодные эксплуатационные промывки можно проводить как в осенне-зимний, так и в ранневесенний периоды. Но перенос их на поздние сроки обеспечит необходимый влагозапас перед посевом. Исходя из этого и ограниченности водных ресурсов в маловодные годы на средне- и слабозасоленных землях, площадь которых по республике и Центральной Азии составляет более 2,02 миллиона гектаров, промывные поливы следует совмещать с влагозарядковыми и проводить в предпосевной период. В то же время организация и проведение влагозарядковых поливов должны быть увязаны с пропускной способностью внутрихозяйственной оросительной сети. Это необходимо для успешного завершения полива и подготовки полей к севу.

Существует ряд общих правил подготовки земель и порядка проведения промывок. При подготовке земель к промывке в первую очередь следует проводить очистку оросительной сети и дрен от заиления и растительности. После уборки гузапай производится вспашка на глубину 30-35 см, боронование и текущая планировка длиннобазовым планировщиком в двух направлениях с разницей отметок  $\pm 5$  см.



--- влажность почвы в слое 0-100 см.  
 — засоление почвы в слое 0-100 см.

Рис. 3.1.1. Влияние сроков протравки на влажность и засоление почвы (на протравку подано 4,5 тыс. м<sup>3</sup>/г)

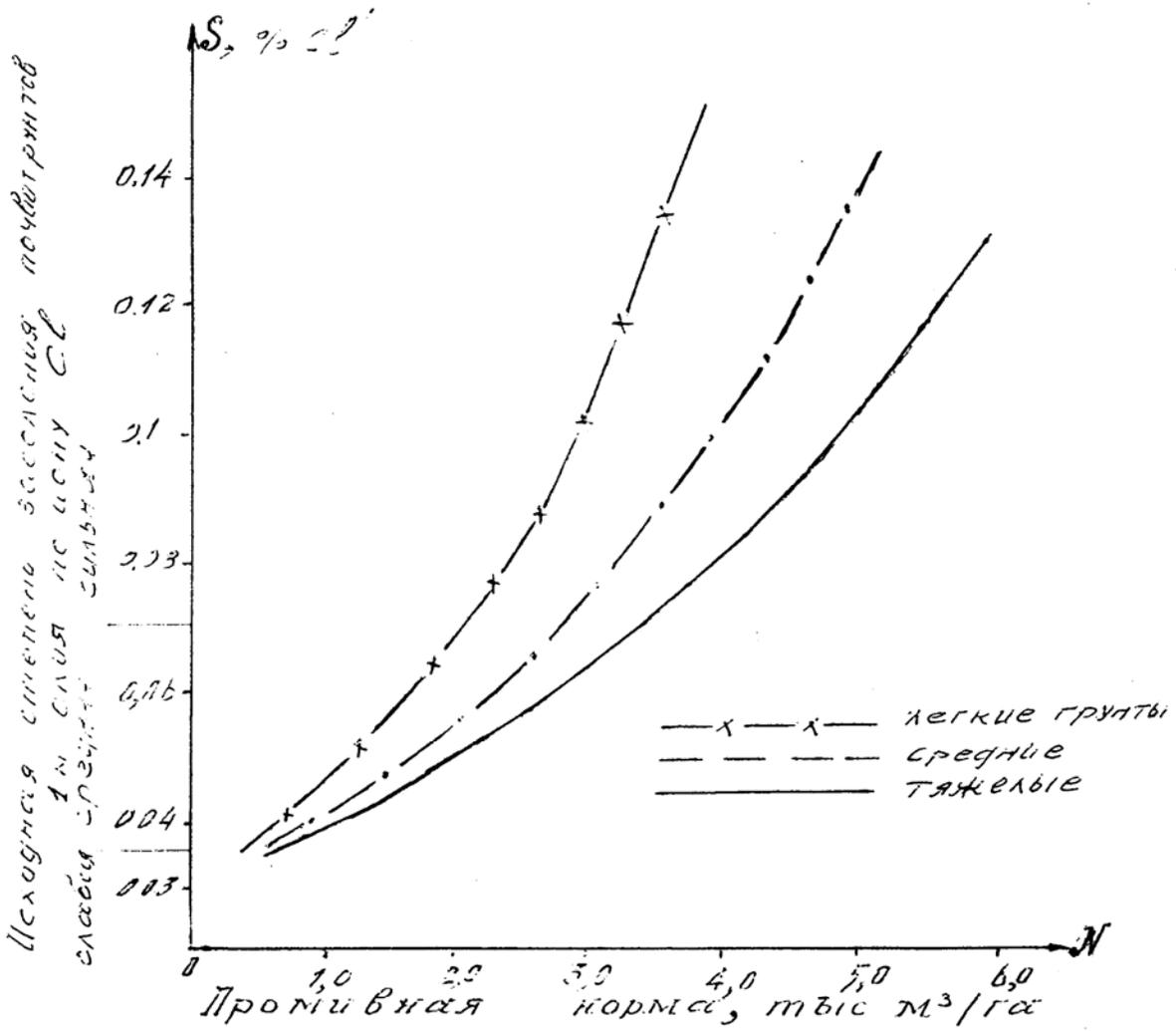


Рис 3.2 Оптимальная норма экспл-  
 уативных промывок в зависимости от  
 степени засоления метрового слоя почвогрун-  
 тов различного механического состава

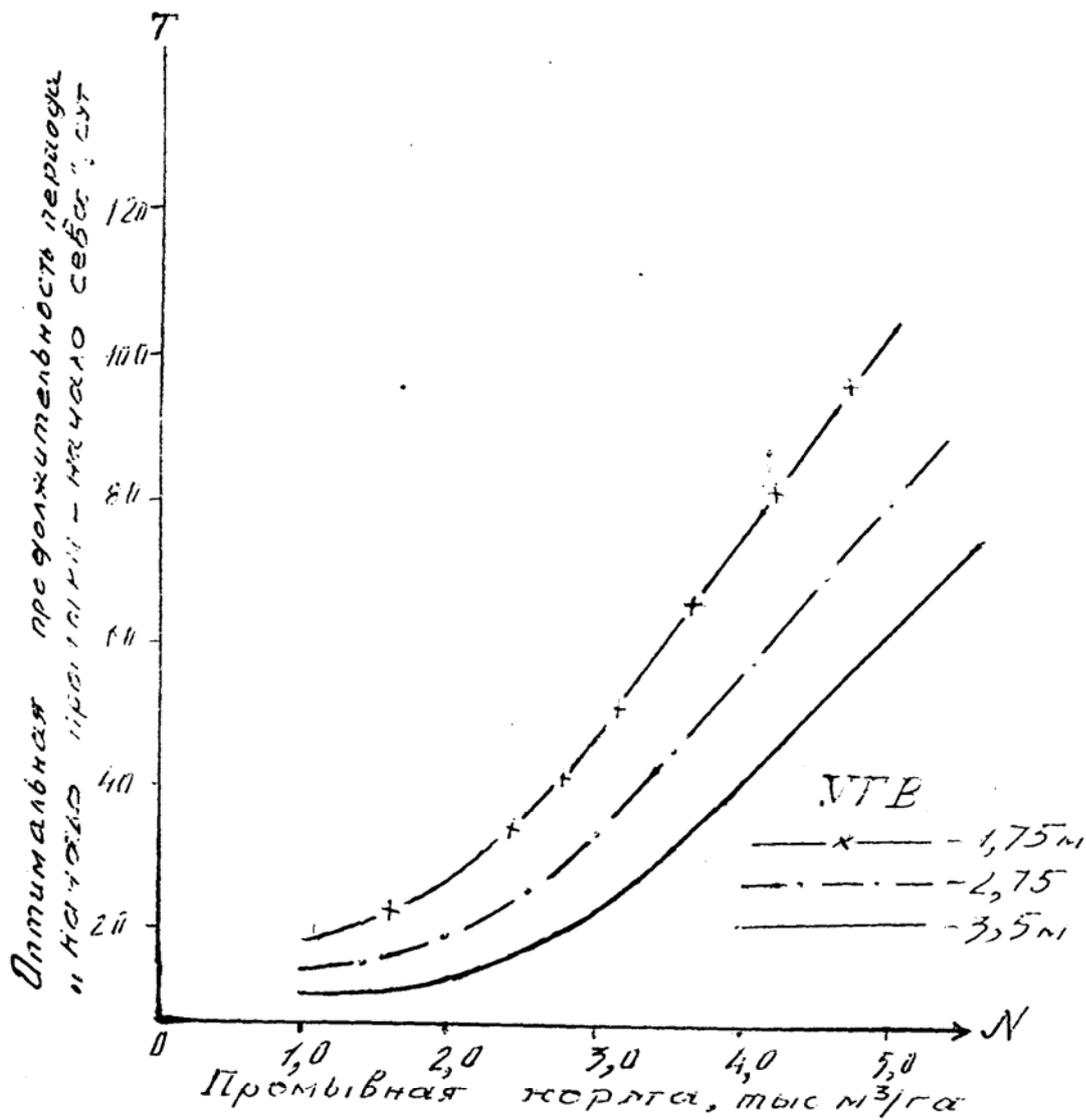


Рис 3.3 Зависимость оптимальной продолжительности периода «Начало промывки - начало сева» от промывных норм для почв легкого механического состава при различных VTB

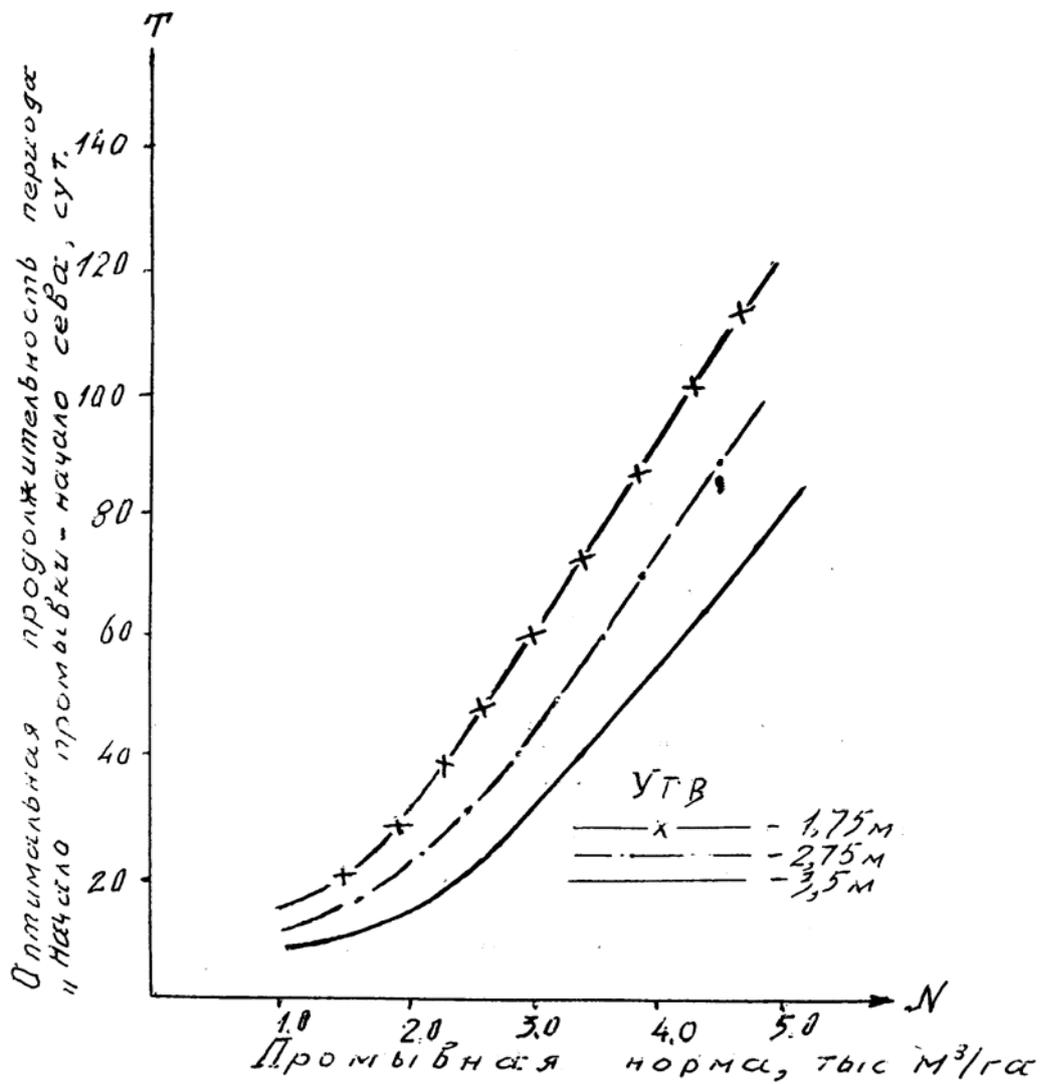


Рис 3.4 Зависимость оптимальной продолжительности периода "Начало промывки - начало сева" от нормы промывки для почв среднего механического состава при различных УГВ

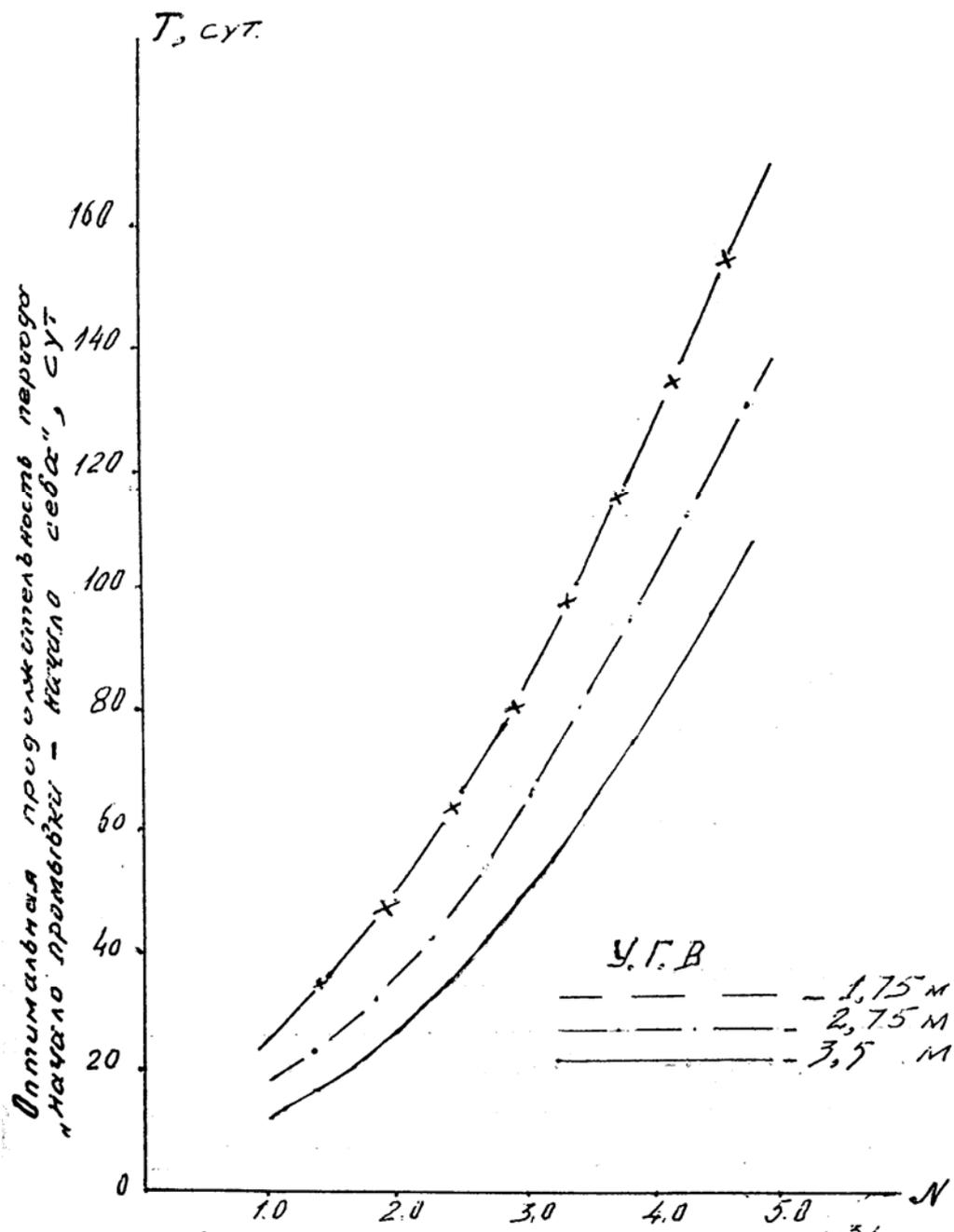


Рис 3.5 Зависимость оптимальной продолжительности периода «Начало эксплуатационной промывки-начало сева» от величины промывных норм для почв тяжелого механического состава при различных У.Г.В

Таблица 5

## Рекомендуемые сроки сева

Область	Хлопчатник	Колосовые (озимые) после хлопчатника <sup>x</sup>	Кукуруза (на зерно) <sup>xx</sup>
Ташкентская	5-15 апреля	10-18 октября	10-20 апреля
Сырдарьинская	1-15 апреля	10-18 октября	10-20 апреля
Джизакская	1-15 апреля	10-18 октября	10-20 апреля
Ферганская	5-15 апреля	15-25 октября	10-20 апреля
Наманганская	1-15 апреля	15-25 октября	5-15 апреля
Андижанская	1-15 апреля	15-25 октября	5-15 апреля
Самаркандская	5-20 апреля	20-30 октября	10-25 апреля
Навоийская	1-15 апреля	20-30 октября	5-15 апреля
Бухарская	1-15 апреля	20-30 октября	5-15 апреля
Кашкадарьинская	25 марта - 10 апреля	5-10 ноября	1-15 апреля
Сурхандарьинская	25 марта - 10 апреля	5-10 ноября	1-15 апреля
Хорезмская	10-25 апреля	5-10 ноября	15-30 апреля
Каракалпакстан	10-30 апреля	5-10 ноября	15-30 апреля

<sup>x</sup> Оптимальные сроки сева после других культур 10-25 сентября<sup>xx</sup> В сложившейся с/х практике сев кукурузы заканчивают за 5-7 дней раньше начала сева хлопчатника

Разбивка поля на чеки производится отделами (службами) ирригатора и мелиоратора хозяйства. Оси валиков и оросителей отмечаются вехами высотой 0,8-1,0 м. Размеры чеков зависят от уклона и качества планировки полей:

Уклон поверхности	Ширина, м	Длина, м	Площадь 1 чека, га
0.002	50	50	0.25
0.002-0.004	50	33	0.165
0.004-0.006	50	25	0.125
0.006-0.01	50	17	0.085

Нарезку валиков высотой 40-50 см производят валикоделателями КЗУ-0.3; ВД-61. Сначала устраиваются поперечные валики, потом продольные. При такой последовательности нарезки исключаются ручные работы по заделке стыков валиков.

В производственных условиях строго придерживаться указанных размеров трудно. Однако нужно стремиться к тому, чтобы максимальный размер чека не превышал 0.5 га. Дело в том, что при проведении промывок по чекам, размеры которых превышают 0.4-0.5 га, практически поддерживать одинаковый слой воды на всей площади не удастся и, как следствие, равномерного рассоления почвы не происходит. Кроме того, из-за наличия микропонижений почва после промывки поспеет не одинаково в пределах чека, что затягивает сроки проведения весенних предпосевных работ.

Надо также иметь в виду, что при проведении промывки по крупным чекам, под давлением гидростатических напоров часто происходят разрушение откосов дрена, смыв валиков, прорыв воды с полей в дрена и их заиливание. Промывка по крупным чекам приводит также к значительному снижению коэффициента использования воды по сравнению с промывками по малым чекам. Такая промывка нецелесообразна и с точки зрения организации работ. В силу ограниченности водных ресурсов и их лимитирования, как показывают производственные опыты в Голодной степи, низовьях Амударьи, зачастую не удается за осенне-зимний период осуществить эксплуатационные промывки на всей площади, подлежащей рассолению.

Промывки производятся круглосуточно, для чего необходимо организовать сменную работу поливальщиков. Чеки заливаются водой до создания слоя 10-20 см. Во избежание прорывов и холостых сбросов все работы по распределению воды по чекам осуществляются в дневное время сосредоточенным током, а в ночное - производится осмотр и доливка рассредоточенным током. Для предотвращения в ночное время прямых сбросов воды с дрена в конце участка необходимо оставлять поля площадью 1-1,5 га, огороженные валиками высотой до 1,0 м (рис. 3.6).

Промывки следует начинать с середины междренья и двигаться к дренам. Общая промывная норма должна подаваться дифференцированно: на слабозасоленных почвах - за один прием; на средне- и сильнозасоленных - дробно, с перерывом продолжительностью 3-6 суток. На поля воду нужно подавать так, чтобы наполнение чеков и образование зеркала воды происходили в возможно короткий срок.

Опыт промывок в Голодной степи и Ферганской долине показывает, что для достижения этого вода в чеки должна подаваться по временным оросителям с расходом не менее 30-40 л/с.

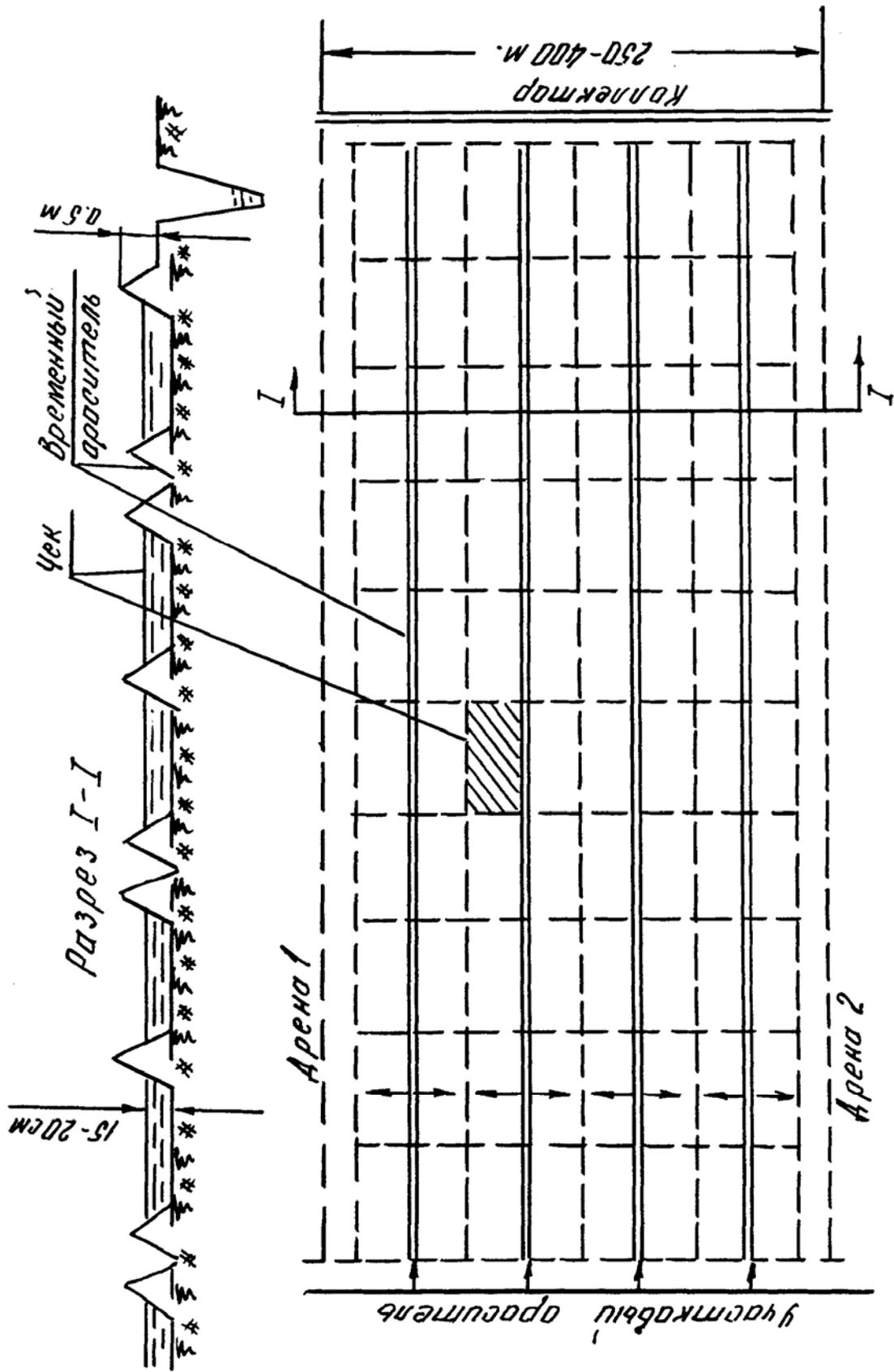


Рис. 3.6 Прямоугольная по малым чехом

По мере затопления всей площади чека и набора определенного слоя воды каждый чек закрывается отдельно. После подачи расчетных промывных норм ток воды на поле прекращается, и по мере высыхания почвы производится слеппромывная солевая съемка. На основании сопоставления данных солевого опробования (съемки), проведенного до и после промывки, оценивается ее эффективность.

Если площадь недопромывных земель составляет всего 10-15 %, то в период вегетации культур-освоителей (люцерна, суданская трава, джугара и т.д.) производится допромывка путем подачи завышенных норм поливов. В случае, когда площадь недопромывных земель превышает 25 %, рассоление корнеобитаемого слоя почв достигается путем подачи увеличенных поливных норм (на 5-10 % выше по дефициту влаги), то есть путем промывного режима орошения в вегетационный период.

С рассолением земель промывки прекращаются. По мере высыхания почвы валики и временные оросители разравниваются, поля выравниваются длиннобазовым планировщиком и производятся подготовительные работы для сева основных севооборотных культур.

Ниже излагаются результаты натурных исследований эффективности эксплуатационных промывок, полученные на пилотных проектах на фоне различных типов дренажа.

### 2.3.3.2. Натурные исследования управления водно-солевым режимом почв при эксплуатационной промывке на фоне вертикального дренажа

#### 2.3.3.2.1. Водно-солевые режимы трудномелиорируемых почв при промывном режиме орошения на фоне ВД

Исследования проводились в совхозе 50 лет Узбекистана Сайхунабадского района Сырдарьинской области. Площадь пилотного участка 17 га. Фон по дренированию обеспечил систему вертикального дренажа, параметры которой приведены в 1 главе в разделе 1.3.

В исходном состоянии почвы этого поля относились к сильнозасоленным с пятнами солончаков: содержание солей в метровом слое составляло 2,03 % по плотному остатку и 0,16 % по иону хлора, а по иону серной кислоты - 1,3 %. К низу по почвенному профилю в горизонтах 1-2 м количество солей снижалось соответственно до 1,28, 0,11 и 0,66 %.

Освоение земель промываемого участка началось с весенней промывки нормой 10,2 тыс.м<sup>3</sup>/га. Была использована вода, откачиваемая из скважины № 5, минерализация которой составила 1,3-1,4 г/л; в том числе 0,3-0,4 г/л хлор-иона. После промывки на поливном участке был посеян хлопчатник. После промывки несколько снизилось содержание легкорастворимых солей в метровом слое по сравнению с осенью предыдущего года (с 2,10 до 1,65 % по плотному остатку и с 0,16 до 0,083 % по иону хлора). Однако несмотря на полив оросительной нормой 5,7 тыс.м<sup>3</sup>/га к осени наблюдалась некоторая реставрация засоления (на 0,15 %) против весны, что объясняется близким залеганием грунтовых вод (табл.3.2.1). Урожайность хлопчатника составила 5 ц/га (табл.3.2.1).

На следующий, второй год освоения, за период вегетации было подано всего 5,78 тыс.м<sup>3</sup>/га воды, что вызвало заметное уменьшение содержания легкорастворимых солей. Начиная с осени этого года, на участке регулярно проводилась эксплуатационная промывка нормой 2,8-3,6 тыс.м<sup>3</sup>/га, а за период вегетации сельскохозяйственных культур полив проводился оросительной нормой 4,8-6,5 тыс.м<sup>3</sup>/га. Общее водопоступление (нетто) поля (с учетом атмосферных осадков) изменялось от 11,0 до 12,5 тыс.м<sup>3</sup>/га при суммарном испарении 7,8-8,5 тыс.м<sup>3</sup>/га (табл.3.2.2), т.е. на участке соблюдался промывной режим орошения

$\frac{В+О}{И+Т} \geq 1,25 - 1,3.$

И+Т

При таком режиме после пятилетнего освоения засоленных земель под влиянием эксплуатационных промывок и орошения сильнозасоленные почвы перешли в категорию слабозасоленных. Согласно осенней съемки с пятого года освоения содержание солей в метровом слое почвы составило 1,21 % по плотному остатку против исходного 2,10 %. Количество хлор-иона снизилось до 0,027% при исходном содержании 0,16 % (табл.3.2.1).

Общий вынос легкорастворимых солей из двухметровой толщи за шесть лет исследований составил 158,6 т/га (29 %) по плотному остатку и 43,3 т/га (77 %) по иону хлора. Одновременно с рассолением почвогрунтов опреснились грунтовые воды

Таблица 3.2.1

Изменение содержания легкорастворимых солей в почвах под влиянием промывного режима орошения  
на фоне вертикального дренажа, % от массы сухой почвы

Показатель	Год наблюдения												Изменение от исходного	
	весна-осень пре-дыдущего года		весна - осень 1-го года		весна - осень 2-го года		весна - осень 3-го года		весна - осень 4-го года		весна - осень 5-го года		весна - осень	
Мощность слоя, м 0 - 1	<u>2.03<sup>x</sup></u>	<u>2.10</u>	<u>1.65</u>	<u>1.80</u>	<u>1.5</u>	<u>1.5</u>	<u>1.7</u>	<u>1.3</u>	<u>1.5</u>	<u>1.29</u>	<u>1.46</u>	<u>1.21</u>	<u>-0.57</u>	<u>-0.89</u>
	0.16	0.16	0.083	0.15	0.046	0.036	0.045	0.04	0.09	0.037	0.027	0.027	-0.123	-0.133
1 - 2	<u>1.29</u>	<u>1.5</u>	<u>1.57</u>	<u>1.15</u>	<u>1.2</u>	<u>1.15</u>	<u>1.4</u>	<u>1.33</u>	<u>1.36</u>	<u>1.24</u>	<u>1.34</u>	<u>+1.1</u>	<u>+0.06</u>	<u>-0.4</u>
	0.11	0.11	0.086	0.07	0.022	0.024	0.075	0.057	0.037	0.028	0.047	0.027	-0.123	-0.133
0 - 2	<u>1.65</u>	<u>1.8</u>	<u>1.61</u>	<u>1.47</u>	<u>1.35</u>	<u>1.32</u>	<u>1.55</u>	<u>1.31</u>	<u>1.43</u>	<u>1.27</u>	<u>1.4</u>	<u>1.16</u>	<u>-0.25</u>	<u>-0.64</u>
	0.13	0.13	0.85	0.11	0.034	0.03	0.06	0.045	0.043	0.029	0.042	0.027	-0.108	-0.103
Уровень грунтовых вод, м	1.95	1.75	0.8	1.4	2.0	1.6	2.0	2.5	2.3	2.6	2.4	2.75		
Пьезометрический напор, м	1.9	1.65	2.2	2.4	2.5	2.6	2.2	3.4	2.7	3.0	3.1	3.35		
Минерализация грунтовых вод, г/л	16-17	15.0	6...9	7...8	6...8	6...7	5...6	6...8	6...7	5...6	6...7	4...5		
Водоподача, тыс.м <sup>3</sup> /га	-	-	15.9			5.75		6.99		8.1		8.5		

Урожайность хлопчатника, ц/га	5	9.0	20	25	28
-------------------------------	---	-----	----	----	----

ПРИМЕЧАНИЕ: <sup>x</sup> числитель - плотный остаток, знаменатель - хлор-ион.

до 4-5 против 16-17 г/л в начальный период освоения, чему способствовал созданный вертикальным дренажем постоянный нисходящий фильтрационный ток грунтовых вод из покровного мелкозема в водоносный пласт в объеме 3,2-4,5 тыс.м<sup>3</sup>/га в год.

При этом темп рассоления почвогрунтов в вегетационный период зависел от нормы полива и продолжительности межполивного времени, т.е. от величины рассоляющего расхода воды, определяемого как разность  $\pm g = \Delta W + m - (I + T)$ .

Содержание легкорастворимых солей после каждого полива уменьшалось, а в межполивной период в зависимости от его продолжительности и нормы водоподдачи наблюдалась их частичная реставрация или происходило рассоление почвогрунтов. В конце вегетационного периода отмечалось рассоление метрового слоя и ниже. Коэффициент сезонной аккумуляции солей (САС) тесно связан с исходным засолением почвогрунтов и оросительными нормами. При оросительных нормах (нетто) 5,5-6,5 тыс.м<sup>3</sup>/га САС для метрового слоя изменялся в пределах 0,84-0,92.

В процессе освоения засоленных почв под влиянием промывного режима орошения на участке наблюдались значительные изменения в солевом составе почвогрунтов. Из метрового слоя почвы было вынесено 49,6 % токсичных солей, 80,5 % иона хлора, 22,5 %  $MgSO_4 + NaSO_4$ . За это время в слое 0-1 м несколько увеличилось содержание  $CaSO_4$ . В 3,5-метровом слое почвогрунтов количество этих солей уменьшилось соответственно на 46, 66 и 38,5 % против первоначальных запасов с накоплением водорастворимого гипса в нижних слоях.

Остаточное содержание для метрового слоя почвы по хлористому натрию составляло 0,04 %, сульфатов магния и натрия - 0,143 %, а сумма вредных солей - 0,18 % от массы сухой почвы. В толще 0-3,5 м остаточное содержание солей составляло соответственно 0,045, 0,152 и 0,319 % от массы сухого грунта (табл.3.2.1).

#### 2.3.3.2.2. Водно-солевые режимы почв при эксплуатационной промывке на землях пятнистого засоления

Натурные исследования ускоренного рассоления почвогрунтов на землях пятнистого засоления, проводились в условиях совхоза "Пахтаарал", территория которого представлена двух- и многослойными отложениями с поверхности суглинистыми грунтами мощностью 20-30 м ( $K_{\phi} = 0,11-0,15$  м/сут), подстилаемыми хорошопроницаемыми водоносными пластами с проводимостью  $K_2m_2$  до 1500 м<sup>2</sup>/сут.

По сложности рассоления земли совхоза относились к средней категории, где покровный мелкозем сложен однородными грунтами, легкими и средними суглинками, а коэффициент сопротивления  $\Phi = 150-250$  сут. Хорошопроницаемый пласт имел относительно высокую гидравлическую связь с грунтовой водой. Здесь интенсивность перетекания грунтовых вод в каприруемый пласт составляла  $W = 0,020-0,03$  м/сут, а коэффициент перетекания -  $B = 200-250$  м<sup>2</sup>. Почвы сероземно-луговые, легко- и среднесуглинистые. Водно-физические свойства метрового слоя характеризовались следующими данными: объемная масса - 1,5 г/см<sup>3</sup>; плотность - 2,63-2,7 г/см<sup>3</sup>; пористость - 40-45 % массы сухой почвы; водоотдача -  $\mu = 0,065 - 0,09$ ; солеотдача -  $\alpha = 0,75-1,32$ ;  $K_{\phi} = 0,3-0,5$  м/сут.

Грунтовые воды до орошения залегали на глубине 9,6 м, в процессе освоения земель произошел подъем их уровня, что повлекло за собой пятнистое засоление почвы.

Для мелиорации земель в 1966-1968 гг. была построена система вертикального дренажа из 74 скважин, равномерно расположенных на территории. В 1967-1973 гг. эта система работала со среднегодовым КПР 0,65-0,73 при проектной величине 0,75. Общий объем откачиваемых подземных вод составлял 73-85 против 130,4 млн.м<sup>3</sup>/год по проекту. Суммарный объем откачек при этом не превышал 3,2 в 1967 г. и 4,5 м<sup>3</sup>/с в 1973 г. До развития вертикального дренажа на землях соседних хозяйств доля оттока грунтовых вод из покровного суглинка в каптируемый пласт составила 55-60 %. Остальная часть суммарного объема откачиваемых вод формировалась за счет подземного притока со стороны. С пуском скважин в эксплуатацию в других хозяйствах доля поступлений грунтовых вод из покровного мелкозема повысилась до 85 % общего объема откачек. Сокращение доли внешнего притока подземных вод способствовало увеличению дренированности покровного мелкозема и дало возможность регулировать уровень грунтовых вод в широком диапазоне. В результате на всей территории совхоза произошло снижение уровня грунтовых и напорных подземных вод.

В период вегетации уровень грунтовых вод залегал на глубине 2,3-3 м, а перед промывкой - 3,5-4,5 м против 1,8-2,1 и 2,5-2,8 м до откачек. Фактический среднегодовой разрыв между уровнями грунтовых и напорных вод составлял за 1965-1973 гг. 0,15-0,35 м, изменяясь в отдельные периоды года от 0,1 до 0,65 м. Под влиянием градиента напора повсеместно образовались нисходящие токи грунтовых вод из покровного суглинка, средняя скорость которых составляла 2,5-3,5 см/сут.

К моменту ввода дренажа в эксплуатацию земли совхоза на 30-35 % от общей площади были средне- и сильнозасоленными, для рассоления которых требовались промывки. По опыту промывки земель в Голодной степи для рассоления 1,5-2,0 м толщи необходимо 15,0-25,0 тыс.м<sup>3</sup>/га воды, а чтобы подать такие нормы, понадобились бы вывод земель из сельскохозяйственного оборота, увеличение дренированности участков и пропускной способности оросительной сети. В этих условиях экономически выгодным вариантом опреснения земель является рассоление их путем осенне-зимних промывок в течение ряда лет и создание условий предотвращения сезонной реставрации засоления.

Для выявления оптимальных норм осенне-зимних рассоляющих поливов были выбраны два участка среднего и сильного засоления площадью 214 и 93 га, где изучались пять вариантов рассоления земель с различной нормой промывок. Результаты опыта показали, что главным условием высокой эффективности промывок является создание нормальной дренированности как во время их проведения, так и после. Например, промывка одинаковой нормой - 5,6 и 6,0 тыс.м<sup>3</sup>/га - дала совершенно различные результаты в зависимости от дренированности и сработки уровня грунтовых вод после промывки.

В первом случае при дренажном модуле 0,21 л/сек.га в процессе промывки (октябрь-ноябрь) и 0,14 л/сек.га в период сработки УГВ после промывки было получено хорошее рассоление. Содержание солей в пахотном и подпахотном слоях уменьшилось до 0,45 % по плотному остатку и до 0,025 % - по иону хлора при исходном содержании соответственно 0,941 и 0,086 %. При этом глубина опреснения почв по некоторым выработкам достигала 1,0-1,2 м. Во втором случае при значениях дренажного модуля соответственно в тот же период промывки 0,09 и 0,04 л/с.га эффекта почти не получено. Содержание солей уменьшилось только на 15 %, или до 0,854 % по плотному остатку и до 0,062 % по иону хлора при исходном их содержании соответственно 0,899 и 0,078 %.

Наилучшее опреснение земель было получено на втором участке при промывке нормой 7,6 тыс.м<sup>3</sup>/га (нетто) и дренажном модуле 0,35 и 0,21 л/с.га за период октябрь-

декабрь и январь-апрель. Здесь произошло более глубокое опреснение почвогрунтов, а в пахотном слое содержание солей было доведено до кондиции. Запасы солей в верхнем 1,5 м слое снизились до 0,460 и 0,030 % при их исходном содержании 0,801 % по плотному остатку и 0,076 % по хлору. Затраты воды на вынос 1 т солей из 1,5 м слоя почвогрунтов при нормальной дренированности составили от 80-100 м<sup>3</sup> при исходном содержании солей 1,2-1,5 % до 150-200 м<sup>3</sup> при 0,6-0,8 % солей.

Промывки средне- и сильнозасоленных земель нормой 2800-3000 м<sup>3</sup>/га не дали достаточного эффекта. При этом в пахотном слое остаточное засоление намного превышало пределы солеустойчивости культурных растений.

В последующие три года на площади всего участка (214 га) проводились осенне-зимние промывки нормой 4,5-6,0 тыс.м<sup>3</sup>/га и вегетационные поливы хлопчатника нормой 3,0-3,2 тыс.м<sup>3</sup>/га. Здесь площадь незасоленных земель в 1969 г. достигла 180,9 га, тогда как в начальный период составляла 50,5 га. Сильнозасоленные земли и солончаки (площадь - 97,6 га) ликвидированы полностью (табл.3.2.2.1).

Аналогичные результаты были получены и на втором участке, где площадь незасоленных и слабозасоленных земель увеличилась с 31,4 до 83,6 %. Рассоление земель на этих участках подтвердилось ростом урожайности хлопчатника. На первом участке она составила в среднем 28,8 ц/га, на втором - 30,8 ц/га против 14 и 18,0 до строительства скважин ВД.

Оптимальными промывными нормами для средне- и сильнозасоленных земель, представленных легкими и средними суглинками, позволяющими получать высокие урожаи с первого года после промывки, а также способствующими предотвращению реставрации засоления, являются нормы водоподачи 5,0-6,0 тыс.м<sup>3</sup>/га. Для слабозасоленных земель достаточны промывные нормы 2,5-3,0 тыс.м<sup>3</sup>/га. При таких нормах легкорастворимые соли легко выносятся из зоны аэрации в грунтовые воды и, наоборот. Поэтому, учитывая большую высоту капиллярного подъема данных грунтов, особенно важно предотвратить реставрацию засоления за вегетационный период.

Таблица 3.2.2.1

Динамика площадей с различным засолением почв  
в совхозе "Пахтаарал"

Степень засоления	Год					
	1964	1965	1966	1967	1968	1969
Незасоленные и слабая	<u>50.5</u>	<u>71.0</u>	<u>139.9</u>	<u>155.3</u>	<u>174.5</u>	<u>180.9</u>
	23.5	33.0	65.4	72.5	81.5	84.5
Средняя	<u>65.9</u>	<u>73.0</u>	<u>51.1</u>	<u>58.7</u>	<u>39.5</u>	<u>33.1</u>
	30.7	32.0	23.9	27.5	18.5	16.5
Сильная	<u>76.7</u>	<u>71.0</u>	<u>23.0</u>			
	36.8	33.0	10.7			
Солончаки	<u>18.9</u>					
	9					

ПРИМЕЧАНИЕ: числитель - гектары, знаменатель - %.

Опыты показали, что оросительные нормы хлопчатника 1,9-2,4 тыс.м<sup>3</sup>/га (обычно три полива дождеванием) при глубине залегания грунтовых вод 1,5-2,0 м не могут предотвратить засоления, что возможно только при оросительной норме 3,2-3,5 тыс.м<sup>3</sup>/га и поддержании уровня грунтовых вод в пределах 2,5-3,0 м. Этот принцип являлся основой мелиорации земель совхоза и других хозяйств этого региона.

После того, как на опытных участках были получены положительные результаты, осенне-зимним промывкам подверглась вся площадь в хозяйстве, отведенная под хлопчатник и другие яровые культуры. Промывались также поля, занятые многолетними травами. Нормы промывок площадей под хлопчатником дифференцировали в зависимости от степени засоления почвогрунтов: на сильнозасоленные участки вода подавалась нормой 4,5-6,0, а на слабо- и средnezасоленные - 2,5-3,5 тыс.м<sup>3</sup>/га. За вегетационный период проводились три полива хлопчатника: первый - нормой до 1,5 тыс.м<sup>3</sup>/га по бороздам, два других - 900-1100 м<sup>3</sup>/га дождевальными машинами. На сильнозасоленных участках все поливы проводились по бороздам оросительной нормой 4 тыс.м<sup>3</sup>/га (нетто). Остальные культуры поливали напуском нормой до 5,5 тыс.м<sup>3</sup>/га. В результате общий водно-солевой баланс покровного суглинка на фоне вертикального дренажа сложился отрицательным. Среднегодовой отток грунтовых вод из покровного мелкозема колебался в пределах 1,8-5,4 тыс.м<sup>3</sup>/га, против подземного притока 500-600 м<sup>3</sup>/га до ввода дренажа в эксплуатацию. При этом 75 % суммы приходных статей водного баланса для толщи покровного суглинка приходилось на долю вододачи и 25 % - на долю атмосферных осадков. С вводом в эксплуатацию вертикального дренажа вододача увеличилась на 1,0-3,5 тыс.м<sup>3</sup>/га, в основном за счет воды, подаваемой на осенне-зимние промывки.

В расходной части водного баланса суммарное испарение составляло к 1973 г. 6,8-8,9 тыс.м<sup>3</sup>/га, или 55 %, против 82 % в 1965 г., а отток по открытой коллекторно-дренажной сети был соответственно равен 7 и 0,95 % (табл. 3.2.2).

До 1984 г. солевой баланс земель совхоза слагался по типу необратимого рассоления почвогрунтов с выносом 15-22 т/га солей в год (в том числе 2,5-4,0 т/га хлора). Общий вынос солей из зоны аэрации, где объем инфильтрации оросительных вод достигал 3,5-4,0 тыс.м<sup>3</sup>/га, изменялся в зависимости от режима орошения и нормы промывок в пределах 25-37 т/га. При таком темпе рассоления уже к 1968-1969 гг. было полностью ликвидировано пятнистое засоление земель и выравнен мелиоративный фон по всем отделениям совхоза. В результате за два-три года была рассолена двухметровая толща, а на отдельных полях - до уровня грунтовых вод.

При проведении эксплуатационных промывок наблюдалось постепенное снижение минерализации грунтовых вод в первую очередь на средне- и сильнозасоленных землях. Здесь она снизилась с 10-15 до 3-5 г/л и стабилизировалась на этом уровне. В связи с тем, что величина суммарного испарения в вегетационный период превышала оросительную норму, на отдельных участках к осени наблюдалась некоторая реставрация засоления. Однако в годовом разрезе протекал необратимый процесс рассоления земель, обусловленный превышением вододачи над суммарным испарением на 20-30 %.

Таблица 3.2.2

Водно-солевой баланс покровного суглинка ОПУ вертикального дренажа в совхозе "Пахтаарал"

Условия дренированности	Год	Приход, м <sup>3</sup> /га			Расход, м <sup>3</sup> /га			Изменение запасов влаги, м <sup>3</sup> /га			Приток подземных или отток грунтовых вод, м <sup>3</sup> /га	Накопление (+), вынос (-) солей, т/га		
		атмосферные осадки	водоп. и потери на фильтрацию	всего	испарение и транспирация	отток с гориз. дренажем	итого	в грунтовых водах	в зоне аэрации почвогрунтов	итого		грунто-вых вод, м <sup>3</sup> /га	плотный остаток	хлор
До ввода в эксплуатацию	1961	2535	5540	8075	8118	137	8991	288	90	378	596	+6.6	1.2	
	1962	2481	6568	9049	9920	151	9071	576	-150	426	510	+7.0	1.2	
	1963	2595	6986	9681	9578	189	9768	128	180	308	496	+7.0	1.2	
	1964	3707	6163	9870	9785	210	9995	-48	60	12	137	+4.1	0.6	
При работе СВД	1965	2113	8122	10235	8486	98	8584	-72	-80	-152	-1803	-6.8	-1.3	
	1966	2540	7645	10185	7046	124	7170	-256	-210	-466	-3481	-18.7	-3.9	
	1969	5652	7253	12905	8394	765	9159	-88	-235	-323	-3423	-20.0	-3.6	
	1971	2515	10872	13387	7505	1001	8506	-144	-271	-415	-5291	-15.35	-3.2	
	1973	2127	10308	12435	7551	962	8513	-	-668	-668	-4590	-21.55	-4.0	
	1975	1799	7570	9370	8083	-	8245	-	-152	-152	-1430	-5.3	-0.9	
	1984	2955	8142	11097	8170	1466	11200	-103	-	-103	-1561	+1.83	+0.18	
	1987	3346	6210	9556	8118	91	8209	+55	+85	+140	1347	+1.68	+0.14	

Для определения степени рассоления почвогрунтов как по поверхности, так и по глубине, осенью 1972 г. была проведена солевая съемка на всей орошаемой территории совхоза. Результаты сопоставлялись с данными солевой съемки, проведенной по этим же точкам Институтом почвоведения АН КазССР в 1959-1960 гг. и Узгипроземом за 1966-1968 гг.

Анализ динамики солевого режима почвогрунтов совхоза за 1969-1972 гг. по осредненным данным ( 106 выработок ) показал, что при проведении комплекса агроупротивных мероприятий (главным образом эксплуатационных промывок) на фоне вертикального дренажа было достигнуто повсеместное устойчивое рассоление орошаемых земель. В слое почвогрунтов 0-1 и 1-2 м общее содержание солей снизилось соответственно с 0,502 до 0,243 и с 0,426 до 0,273 %, в том числе хлор-ион - с 0,40 до 0,018 и с 0,034 до 0,019 % массы сухой почвы. Из двухметровой толщи, таким образом, было удалено 39,1 % плотного остатка и 46,6 % хлор-иона от исходного их содержания. В результате площадь незасоленных земель в совхозе возросла с 5838 в 1959 г. до 10760 га в 1972 г., площадь слабозасоленных земель уменьшилась на 1106 га, средnezасоленных - на 302 га, а сильнозасоленных земель в 1972 г. не было совсем. В четырех отделениях, где вертикальный дренаж действовал с 1966 г., отмечено полное отсутствие пятнистого засоления, а площадь незасоленных и слабозасоленных земель возросла за это время на 2 тыс.га.

Улучшение мелиоративного состояния орошаемых земель в совхозе обусловило резкое повышение урожая хлопка, поскольку и до ввода СВД в эксплуатацию агротехника возделывания сельскохозяйственных культур здесь была достаточно высокой. Вертикальный дренаж способствовал улучшению не только солевого, но и водно-воздушного и теплового режима почв. Поэтому среднемноголетний рост урожая хлопка на землях четырех отделений совхоза "Пахтаарал" после ввода в эксплуатацию скважин вертикального дренажа составил 2,9 ц/га. К 1971-1974 гг. урожай хлопка достигли 37-40 ц/га.

Однако с 1980 г. в совхозе несколько изменилась водохозяйственная обстановка: на 10-15 % сократилась подача оросительной воды за счет уменьшения промывной нормы; в 2-3 раза снизилась дренированность покровного мелкозема. Так, дренированность покровного мелкозема, создаваемая вертикальным дренажем, за 1978-1986 гг. изменилась в пределах 1,4-1,85 тыс.м<sup>3</sup>/га против 4,5-5,0 тыс.м<sup>3</sup>/га в 1972-1974 гг., что было обусловлено низким КПРС, который за 12 лет составил 0,24-0,3 (по проекту 0,7-0,8). Кроме того, в 1,5-1,7 раза увеличилась минерализация подаваемой на орошение воды (1,4-1,6 г/л против 0,7-0,9 г/л в 1966-1974 гг.). Все это привело к реставрации засоления. С 1983-1984 гг. солевой баланс орошаемых земель сложился по типу медленного накопления их запасов в покровной толще даже при отрицательном водном балансе (табл. 3.2.2). За последнее десятилетие обозначилась тенденция снижения площадей незасоленных и слабозасоленных почв и роста средне- и сильнозасоленных (табл. 3.2.3). Поэтому начиная с 1980 г. в совхозе произошло снижение на 9-10 ц/га урожайности хлопчатника и других сельскохозяйственных культур.

Таблица 3.2.3

Изменение площадей с различным засолением почв в совхозе "Пахтаарал", %  
( $\omega = 11,5$  тыс.га)

Степень засоления	Г о д				
	1966	1972	1977	1985	1986
Незасоленные	25.4	93.7	73.1	63.0	61.6
Слабая	59.4	2.2	19.8	19.4	17.1

Степень засоления	Г о д				
	Средняя	6.3	4.1	7.1	15.3
Сильная	8.2	-	-	2.3	2.8
Солончаки	-	-	-	-	-
<b>ИТОГО</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>

Следует отметить, что реставрация засоления почв и снижение урожайности в хозяйстве происходят при глубине грунтовых вод, отвечающей оптимальным мелиоративным режимам. Уровни грунтовых вод в совхозе изменяются по периодам года в широких пределах: в период проведения промывок и усиленного выпадения атмосферных осадков (январь - середина марта) в пределах 0,5-1,0 до 2,0 м; в вегетационный период (май - август) - 2,5-3,2 м, осенью (перед промывкой - сентябрь, первая половина декабря) - 3,2-4,0 м. Такое залегание грунтовых вод указывает, что причины реставрации засоления почв связаны с высокой минерализацией оросительной воды и недостаточностью оросительных норм, при которых не соблюдаются требования промывного режима орошения

$$(\frac{B+O}{\Sigma И+Т} > 1,15 - 1,2)$$

$$\Sigma И+Т$$

Анализ изменения водопоступления на поля и суммарного испарения показывает, что за 1980-1986 гг. в совхозе формировался непромывной режим орошения как в годовом разрезе, так и в период вегетации.

Отношение  $\frac{B+O}{\Sigma И+Т} \leq 0,9-1,05$ .

$$\Sigma И+Т$$

Следовательно, для сохранения устойчивости рассоления необходимо увеличение нормы осенне-зимних эксплуатационных промывок до 3,0-3,5 тыс.м<sup>3</sup>/га.

### 2.3.3.2.3. Рассоление почв в условиях безнапорного питания грунтовых вод на фоне ВД

Одним из перспективных районов развития вертикального дренажа являются низовья реки Зарафшан, где по состоянию на 1 января 1983 г. были построены и эксплуатировались более 350 скважин, которые мелиорировали около 30 тыс.га земель. В перспективе здесь на площади 150-160 тыс.га будет построен вертикальный дренаж. Рассолительный эффект вертикального дренажа при безнапорном питании апробировался в совхозах "Каган", "Бухара" и в колхозе "Коммунизм" (Каганский район, Бухарская область) с 1968 по 1971 гг. Объекты исследований по сложности рассоления земель относятся к простой категории. Они расположены на второй надпойменной террасе реки Зарафшан. Почвы опытных участков сложены отложениями четвертичного периода и представлены с поверхности переслаивающимися суглинками, супесями и песками, в нижних горизонтах мощность покровного мелкозема изменяется в пределах 8-12 м; коэффициент фильтрации суглинистых отложений от 0,2-0,5, а супесей и песков - 0,5-4,0 м/сут. Коэффициент сопротивления грунтов (Ф) покровных отложений не превышает 20 сут.

Покровные мелкоземы подстилаются гравийно-галечниковыми отложениями мощностью 5-12 м с коэффициентом фильтрации 35-40 м/сут (Кадыров Х., Герасимов Р., 1974, 1975).

Грунтовые воды обладают высокой гидравлической связью с подземными водами, интенсивность перетекания превышает 0,05-0,75 м/сут. Почвы опытных участков относятся к высокодренированным типам, где верхний суглинистый почвенный покров подстилается супесями, суглинками и песками. Почвенный покров представлен лугово-сероземными и луговыми разностями с высокой водо- и солеотдачей ( $u = 0,08-0,1$ ;  $a = 1,5-1,75$ ).

По характеру засоления почвы относятся к хлоридно-сульфатному типу, а по степени - к слабо-, средне- и сильнозасоленным землям. Основное содержание солей сосредоточено в верхнем метровом слое почв. Засоление носит поверхностный характер, что присуще территориям с близким залеганием грунтовых вод (1,5-2,4 м) со слабодренированным покровными отложениями, формируемыми за счет недостаточного регионального подземного оттока.

Содержание солей на большей части территории изменяется в пределах 0,5-1,0 %. При этом отмечается сезонная динамичность солевого режима, требующего проведения эксплуатационных промывок 70-80 % орошаемых земель.

Грунтовые воды в мелкоземах имеют минерализацию 3-5, 5-10, редко до 25-40 г/л, а в каптируемых пластах они слабоминерализованные - 0,5-2,0 г/л.

До 1960 г. мелиоративное состояние этих земель было крайне неудовлетворительным, что обуславливалось:

- слабой естественной и искусственной дренированностью покровных отложений. Последняя не превышала 0,012 л/с при протяженности КДС до 5 м/га;
- устойчивым близким залеганием минерализованных грунтовых вод, что было причиной постоянной реставрации засоления почв при резком преобладании испарения над подземным оттоком. Суммарное испарение в расходной части водного баланса достигало 78-80 % от водопоступления на территорию;
- недостаточной водообеспеченностью орошаемых земель в маловодные годы и переувлажнением в многоводные.

В этих условиях для улучшения мелиоративного состояния земель Каганского района в 1960-1971 гг. были построены и введены в эксплуатацию 96 скважин вертикального дренажа.

Анализ исследований за 1960-1962 гг. и 1969-1971 гг. выявил улучшение плодородия почв, выраженное в формировании необратимого солевого баланса орошаемых земель.

Так, пуском Амубухарского канала в эксплуатацию подача воды на территорию хозяйств увеличилась почти в два раза при одновременном сокращении потерь на фильтрацию с 3495 до 1590 м<sup>3</sup>/га. Сокращение потерь воды на фильтрацию получено за счет реконструкции оросительной сети. В результате строительства скважин вертикального дренажа резко возросла дренированность земель при незначительном изменении протяженности КДС, составившей на 1971 г. всего 7 м/га. За счет строительства СВД дренированность составила 6085 и 5237 м<sup>3</sup>/га за 1969-1970 и 1970-1971 гидрологические годы. За эти годы дренажным стоком вынесено солей соответственно 18,08 и 14,55 т/га, из них всего 5 т/га приходилось на открытую КДС. С учетом подземного стока вынос солей составил 23,1 и 19,6 т/га (табл.3.2.3.1).

Таблица 3.2.3.1

Водно-солевой баланс активной толщи водообмена  
(совхоз “Бухара”)

Статьи баланса	Вода, м <sup>3</sup> /га		Соли, т/га	
	1969 - 1970 гг.	1970 - 1971 гг.	1969 - 1970 гг.	1970 - 1971 гг.
Приход:				
атмосферные осадки	1.226	1.328	-	-
фильтрация из каналов	1.588	1.665	7.368	6.292
водоподача	9.366	8.295		
подземный приток	2.561	3.307	6.397	5.711
<b>ИТОГО</b>	<b>14.714</b>	<b>14.595</b>	<b>13.765</b>	<b>12.003</b>
Расход:				
суммарное испарение	7.637	8.049	-	-
отток по вертикальному и горизонтальному дренажу	6.085	5.237	18.082	14.544
подземный отток	2.604	1.421	4.984	5.081
<b>ИТОГО</b>	<b>16.326</b>	<b>14.779</b>	<b>23.066</b>	<b>19.635</b>
Разность	-1.612	-184	-9.301	-7.632

Интенсивная откачка подземных вод при КПРС вертикального дренажа 0,55-0,6 позволила создать повсеместные нисходящие фильтрационные токи грунтовых вод из покровного мелкозема в каптируемый пласт со скоростью до 0,1 - 0,15 м/сут; регулировать уровень грунтовых вод в широких диапазонах - весной в пределах 1,5-2,0 м; в вегетационный период - 2,5-2,8 м; а осенью перед промывкой ниже 3,5 м. Стало возможно предотвратить реставрацию засоления как в вегетационный период, так и в разрезе года снижением расходования грунтовых вод на испарение; проводить эксплуатационную промывку дифференцированно в зависимости от степени засоления почв: на средnezасоленных - нормой 3-4 тыс.м<sup>3</sup>/га, на сильнозасоленных - 4-6,5 и на солончаках - 6,5-7,5 тыс.м<sup>3</sup>/га. Средняя по площади хозяйств промывная норма составляла 2,5-3,0 тыс.м<sup>3</sup>/га. Откачка позволила проводить полив сельхозкультур оперативно. За вегетацию давалось четыре полива нормой от 1,1 до 1,5 тыс.м<sup>3</sup>/га. Оросительная норма варьировала в пределах 6,2-6,8 тыс.м<sup>3</sup>/га.

Таким образом, рассоление почв на староорошаемых землях и освоение сильнозасоленных внутриаозисных перелогов в Каганском районе также базировались на промывном режиме орошения при соотношениях:

$$\frac{\Sigma В}{\Sigma И+Г} = 1,2 - 1,35$$

Натурные исследования изменения содержания солей в почвогрунтах и грунтовых водах показали, что в слое 0-0,2 м содержание солей в исходном состоянии превышало допустимую норму и изменялось в пределах от 8 до 40 т/га (в среднем 22,6), а в слое 0-1,0 м - от 30,5 до 89,4 т/га (в среднем 69,7). В дальнейшем после проведения эксплуатационных промывок оно колебалось от 8 до 15,7 т/га в слое 0-0,2 м и от 28,6 до 47,7 т/га в слое 0-1 м. В целом за четыре года в 0-3 м толще запасы солей уменьшились в 3 раза - с 191,7 они были доведены до 67,2 т/га (табл.3.2.3.2).

На орошаемых землях процесс движения солей стал более динамичным, чем на неорошаемых, в последних общее содержание солей в 2-5 раз больше. Минерализация грунтовых вод на интенсивно орошаемых землях составила 1,2-3 г/л, на подверженных засолению - 3,5-7 г/л, на солончаках - 5-10 г/л и более. Минерализация подземных вод в галечниках колебалась от 0,8-1,2 до 2,5-3,0 г/л и реже от 3 до 5 г/л. Минерализация откачиваемых вод увеличилась в 2,4 раза. На засоленных землях после пуска скважин в эксплуатацию минерализация откачиваемых вод была равна 0,8-3,6 г/л, она уменьшилась в 1,3-1,8 раза на землях, где в первый момент откачивались сильноминерализованные воды (7-10 г/л и более).

Площадь незасоленных и слабозасоленных земель постоянно увеличивалась. Так, к 1971 г. площадь этих почв возросла в 3 раза при одновременном уменьшении средnezасоленных земель в 10 раз по отношению к 1960 г., когда на территории хозяйств не было скважин вертикального дренажа.

Все это способствовало улучшению качества земель и росту урожайности сельскохозяйственных культур.

**Таблица 3.2.3.2**

Динамика запасов солей на опытном участке  
совхоза "Бухара"

Год	Месяц	Запасы солей по горизонтам, т/га				
		0-0.2 м	0-1 м	1-2 м	2-3 м	0-3 м
1968	Х	22.6	69.7	70.5	51.7	191.7
1969	У	10.8	39.8	39.8	33.7	125.7
	Х	13.9	45.1	35.7	27.8	108.6
1970	Х	14.6	36.4	23.9	32.2	92.5
1971	1	11.5	55.6	53.3	24.0	132.9
	II	8.6	28.6	22.6	54.4	105.6
	III	9.5	40.1	22.2	17.3	79.6
	1У	15.7	77.7	48.7	43.6	140.0
	У1	11.2	44.7	43.4	39.9	128.0
	У11	12.4	32.6	27.8	11.1	71.5
	1Х	16.3	46.1	40.0	15.8	101.9
	Х	8.0	29.0	22.0	15.8	67.2

В 1969-1975 гг. урожайность хлопчатника в Бухарском оазисе, в Каганском районе в частности, поднялась на 1,9-2,7 ц/га, но на землях, где построен и

эксплуатировался вертикальный дренаж, прирост был значительно выше. Так, если средняя урожайность хлопчатника в совхозе “Каган” за 1959-1965 гг. составляла 12,9 ц/га, то за 1966-1971 гг. она поднялась до 18,5 ц/га, прирост урожайности достиг 5,6 ц/га. В колхозе “Коммунизм”, где агротехника была на более высоком уровне, урожайность за эти же годы составляла соответственно 13,7 и 21,1 ц/га. В отдельных районах, таких как Вабкентский и Каганский, где работают скважины вертикального дренажа, средняя урожайность за 1968-1978 гг. достигла 27,4-32,1 ц/га.

Приемами осенне-зимне-весенних промывок и режима орошения, обеспечивающих промывной режим (1.1 - 1.2) орошения в годовом разрезе на фоне систем вертикального дренажа в 1970-1985 гг. было достигнуто рассоление почв и увеличение урожайности сельхозкультур на крупных массивах орошения, таких как: старая зона Голодной степи на площади около 350 тыс.га, из них 150 га Казахской части, Центральной Ферганы ( $\omega = 104$  тыс.га) и Каганского, Бухарского, Вабкентского районов Бухарской области.

### 2.3.3.3. Эффективность эксплуатационных промывок на фоне горизонтального дренажа

#### 2.3.3.3.1. Эффективность эксплуатационных промывок в низовьях Амударьи

Изучение эффективности эксплуатационных промывок на фоне горизонтального дренажа проводили на территории Чимбайского района ККАССР (Рамазанов А., Калимбетов К., 1975). Опытные участки площадью 1,6-2 га расположены в зоне влияния существующей коллекторно-дренажной сети на луговых староорошаемых среднесуглинистых почвах. В исходном состоянии почвы опытных участков относились к слабо- и средnezасоленным с содержанием хлор-иона в верхней метровой толще 0,04-0,07 % от массы почвы. Объемная масса почвы варьирует в пределах 1,3-1,48 г/см<sup>3</sup>, удельная - 2,59-2,70 г/см<sup>3</sup>.

В опытах изучали влияние сроков и норм промывки на интенсивность рассоления почвы. Промывку проводили затоплением чеков, общую промывную норму подавали в два-три такта. Перед промывкой производили вспашку на глубину 27-30 см без оборота пласта. Повторность опыта трехкратная.

При всех испытанных нормах и сроках достигнуто рассоление метровой толщи почвы до порога токсичности, принятого равным 0,02 % по хлор-иону (табл.3.3.1).

Установлено, что с увеличением норм подачи воды на промывку наблюдается тенденция, направленная на большее выщелачивание солей. Так, при промывных нормах 3,5-3,9 тыс.м<sup>3</sup>/га из метрового слоя почвы удаляется 0,157-0,240 % водорастворимых солей от массы почвы, тогда как нормами 4,9-5,1 тыс.м<sup>3</sup>/га вымывается 0,42-0,46 %.

Наблюдениями не установлено влияние сроков промывки на эффект рассоления. Во всех вариантах опыта он был примерно одинаков и достаточно высок.

Проведение эксплуатационных промывок (независимо от сроков) способствует резкому подъему уровня грунтовых вод на 80-100 см по сравнению с исходным состоянием. Однако к началу вегетационных поливов уровень грунтовых вод снижается до глубины 1,8-2,2 м. Как правило, минерализация верхнего слоя грунтовых

вод после промывки несколько повышается, что обусловлено обогащением их за счет водорастворимых солей, вымываемых при промывках из почвогрунтов зоны аэрации.

**Таблица 3.3.1**

Динамика рассоления метровой толщи почвы  
при эксплуатационных промывках на фоне горизонтального дренажа

Срок промывки	Промывная норма, тыс.м <sup>3</sup> /га	Засоление почвы			
		до промывки	после промывки	перед вегетацион. поливом	в конце вегетации
Март	3.9	<u>0.059</u>	<u>0.020</u>	<u>0.028</u>	<u>0.040</u>
		0.550	0.314	0.444	0.510
Март	4.2	<u>0.053</u>	<u>0.018</u>	<u>0.032</u>	<u>0.028</u>
		0.512	0.230	0.352	0.280
Апрель	3.7 - 4.0	<u>0.035</u>	<u>0.016</u>	<u>0.024</u>	<u>0.022</u>
		0.397	0.236	0.385	0.377
Апрель	4.6	<u>0.069</u>	<u>0.020</u>	<u>0.026</u>	<u>0.020</u>
		0.399	0.283	0.307	0.264
Апрель	4.8 - 5.0	<u>0.069</u>	<u>0.022</u>	<u>0.040</u>	<u>0.036</u>
		0.804	0.381	0.644	0.527
Апрель	5.1	<u>0.066</u>	<u>0.020</u>	<u>0.336</u>	<u>0.030</u>
		0.738	0.277	0.426	0.348
Ноябрь	3.5	<u>0.056</u>	<u>0.017</u>	<u>0.022</u>	<u>0.019</u>
		0.380	0.223	0.246	0.242
Ноябрь-март	4.3	<u>0.045</u>	<u>0.020</u>	<u>0.024</u>	<u>0.020</u>
		0.324	0.262	0.273	0.240

После промывки на всех опытных участках позделывали хлопчатник С-4727. Посев произведен в первой-второй декадах мая. В течение вегетации провели три-четыре полива при общей оросительной норме 2,6-3,35 тыс.м<sup>3</sup>/га. Провели четыре культивации и две прополки сорняков. Минеральные удобрения вносили в два-три приема из расчета 120 кг/га азота и 70 кг/га фосфора. При таком режиме орошения и системе агротехники реставрация солей не наблюдалась. Содержание хлор-иона к концу вегетационного периода в слое 0-100 см составило 0.02-0.04 % от массы почвы. Вместе с тем отмечено некоторое снижение уровня и минерализации грунтовых вод.

Удовлетворительное опреснение почв при эксплуатационных промывках (засоление почв хлор-ионом перед первым вегетационным поливом не превышало 0.022-0.040 % от массы почвы) способствовало получению достаточно высокого урожая хлопка-сырца: 22,7-29,0 ц/га. В то же время следует особо отметить, что увеличение содержания хлор-иона в корнеобитаемой зоне с 0,022-0,024 % (урожай 26,0-29,0 ц/га) до 0,04 % влечет за собой обязательное снижение продуктивности хлопчатника на 3,3-6,3 ц/га.

В сравнении с обычной промывкой внесение навоза из расчета 10 т/га хотя и не оказало существенного влияния на интенсивность рассоления почвенной толщи, но положительно сказалось на росте, развитии и урожайности хлопчатника.

Прибавка урожая хлопка-сырца на вариантах с навозом при одинаковых оросительных нормах и числе поливов составила 2,5-3,4 ц/га в сравнении с контролем, что объясняется активизацией почвенно-биологических процессов и улучшением питательного режима почв, происходящих при внесении органического вещества, нивелирующего отрицательное действие небольших концентраций хлор-иона.

### 2.3.3.3.2. Ускорение темпов рассоления трудномелиорируемых почв при эксплуатационных промывках

Положительное влияние химмелиорантов и механической обработки на темпы рассоления трудномелиорируемых почв обнаруживается и при эксплуатационных промывках. Опыты проведены в совхозе им.А.Ниязова Ахунбабаевского района Ферганской области (Рамазанов А., Эгамбердиев С., 1975). Почвы опытного участка староорошаемые, сероземно-сазовые, представлены переслаивающимися по профилю легкими и средними суглинками. На глубине 60-120 см расположен сильно уплотненный высококарбонатный шоховый горизонт, который обуславливает низкую фильтрационную способность почвы и, как следствие, низкую солеотдачу при промывках. Эксплуатационную промывку проводили по следующим вариантам: I вариант (контроль) - вспашка с оборотом пласта на глубину 30-35 см (фон) с промывка; II вариант - фон, внесение 20 т/га навоза и промывка; III вариант - фон, внесение 20 т/га лигнина и промывка.

Варианты опыта были расположены перпендикулярно к закрытой дрене с глубиной заложения 3 м. Повторность опыта - трехкратная (метод систематических повторений в один ярус). Промывную норму, одинаковую для всех вариантов и равную 5,4 тыс.м<sup>3</sup>/га, подавали в два такта.

До промывки почвы опытного участка по содержанию хлор-иона в метровом слое относились к категории слабозасоленных, приближающихся к средnezасоленным (0,024-0,036 %), а по содержанию токсичных солей - к средnezасоленным, граничащим с сильнозасоленными (0,485-0,584 %). При этом в пахотном и подпахотном слоях количество токсичных солей достигало 0.604, в том числе 0,04 % хлор-иона.

Основная масса солей представлена сернокислыми солями кальция, магния, натрия, из которых две последних являются наиболее вредными для растений. На это, в частности, указывают и значительные запасы в профиле почв токсичных сульфатов (около 70 % суммы токсичных солей). Гипотетически рассчитанные соли в порядке убывания концентрации располагаются в следующий ряд:



Промывные поливы снизили содержание хлор-иона до допустимых пределов (0,01-0,02 %) на всех вариантах опыта. В то же время по сумме токсичных солей порог токсичности (0,15 %), принятый для данных условий, не был достигнут. Особо следует отметить, что на II и III вариантах вынос токсичных солей из метрового слоя почвы примерно в 1,5 раза превышал этот показатель на контроле (табл.3.3.2).

Таблица 3.3.2

**Изменение засоления трудномелиорируемых почв  
при эксплуатационной промывке**

Вариант	Слой, см	Засоление, %		
		СГ	SO <sup>2-</sup> <sub>4</sub>	сумма токсич. солей
I	0-25	<u>0.036</u>	<u>0.365</u>	<u>0.580</u>
		0.015	0.213	0.322
	25-50	<u>0.020</u>	<u>0.310</u>	<u>0.477</u>
		0.012	0.174	0.265
	50-100	<u>0.019</u>	<u>0.284</u>	<u>0.441</u>
		0.015	0.195	0.300
	0-100	<u>0.024</u>	<u>0.311</u>	<u>0.485</u>
0.014		0.194	0.297	
II	0-25	<u>0.038</u>	<u>0.381</u>	<u>0.604</u>
		0.008	0.129	0.194
	25-50	<u>0.040</u>	<u>0.374</u>	<u>0.602</u>
		0.010	0.141	0.211
	50-100	<u>0.015</u>	<u>0.285</u>	<u>0.433</u>
		0.010	0.125	0.189
	0-100	<u>0.027</u>	<u>0.331</u>	<u>5.518</u>
0.010		0.130	0.196	
III	0-25	<u>0.039</u>	<u>0.375</u>	<u>0.600</u>
		0.009	0.121	0.181
	25-50	<u>0.035</u>	<u>0.359</u>	<u>0.570</u>
		0.010	0.137	0.205
	50-100	<u>0.036</u>	<u>0.368</u>	<u>0.584</u>
		0.013	0.144	0.221
	0-100	<u>0.036</u>	<u>0.363</u>	<u>5.584</u>
0.011		0.136	0.207	

ПРИМЕЧАНИЕ: числитель - до промывки; знаменатель - после промывки.

Наибольшему выщелачиванию при промывке подвергаются сернокислый и хлористый натрий. Содержание их на контроле к концу промывки снизилось соответственно на 48 и 37 % от исходного. Количество сернокислого магния в промываемых почвах практически не изменилось, что, по-видимому, связано с образованием вторичных солей за счет почвенно-поглощающего комплекса почвы.

Внесение навоза и лигнина во II и III вариантах существенно увеличили вынос водорастворимых солей: хлористого натрия соответственно 64 и 70 % от исходного содержания, сульфата натрия - 71 и 74 %, сульфата магния - 23 и 21 %, бикарбоната кальция - 46 и 54 % (табл.3.3.3).

Таблица 3.3.3

Изменение состава солей  
трудномелиорируемых почв при эксплуатационной промывке

Вариант	Слой, см	Содержание солей, %					Сумма солей, %	
		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		
I	<b>До промывки</b>							
	0-25	0.033	0.461	0.104	0.417	0.059	1.074	
	25-50	0.029	0.553	0.081	0.363	0.033	1.059	
	50-100	0.023	0.547	0.052	0.359	0.031	1.034	
	0-100	0.027	0.527	0.072	0.374	0.038	1.038	
	<b>После промывки</b>							
	0-25	0.028	0.507	0.100	0.197	0.025	0.857	
	25-50	0.023	0.414	0.067	0.179	0.020	0.703	
	50-100	0.013	0.407	0.071	0.205	0.025	0.721	
	0-100	0.019	0.434	0.077	0.196	0.024	0.750	
	II	<b>До промывки</b>						
		0-25	0.027	0.466	0.120	0.422	0.063	1.098
25-50		0.023	0.420	0.092	0.445	0.066	1.046	
50-100		0.023	0.517	0.071	0.338	0.025	0.974	
0-100		0.024	0.480	0.088	0.386	0.045	1.023	
<b>После промывки</b>								
0-25		0.009	0.179	0.064	0.115	0.015	0.382	
25-50		0.013	0.305	0.072	0.123	0.016	0.529	
50-100		0.015	0.496	0.069	0.104	0.016	0.700	
0-100		0.013	0.369	0.068	0.111	0.016	0.577	
III		<b>До промывки</b>						
		0-25	0.029	0.475	0.104	0.432	0.064	1.104
	25-50	0.023	0.554	0.100	0.412	0.058	1.147	
	50-100	0.031	0.726	0.107	0.419	0.059	1.342	
	0-100	0.028	0.620	0.104	0.420	0.060	1.232	
	<b>После промывки</b>							
	0-25	0.012	0.464	0.067	0.099	0.015	0.657	
	25-50	0.015	0.501	0.079	0.109	0.016	0.727	
	50-100	0.013	0.538	0.091	0.117	0.021	0.780	
	0-100	0.013	0.510	0.082	0.110	0.018	0.733	

При внесении под промывку навоза и лигнина происходит процесс коагуляции почвенных частиц и их агрегация. Роль склеивающего агента при этом играют гуминовые вещества, высокодисперсные частицы и их органо-минеральные комплексные соединения, содержащиеся в большом количестве как в навозе, так и в лигнине. В результате полимеризационных процессов создается своеобразный цементирующий каркас, придающий прочность возникающим агрегатам. В итоге улучшаются физические и фильтрационные свойства почв, и значительно повышается эффективность промывки. Так, коэффициент промывного действия воды по хлор-иону на II и III вариантах соответственно в 1,8 и 2,6 раза выше, чем на контроле. Для токсичных сульфатов и суммы токсичных солей это превышение составляет 1,8 и 2,0.

Таким образом, навоз и лигнин оказывают практически одинаковый эффект на процесс рассоления промываемой почвенной толщи в сравнении с контролем.

#### 2.3.3.3. Освоение и эксплуатационные промывки сероземно-луговых и солонцеватых почв Джизакской степи

Одним из перспективных районов дальнейшего развития хлопководства является Джизакская степь. В настоящее время работы по комплексному освоению этой зоны разворачиваются все шире.

Территория Джизакской степи также, как и Голодной, характеризуется исключительным разнообразием почвенно-мелиоративных условий, чем, в первую очередь, обусловлен дифференцированный подход к выбору мощности и состава мелиоративных мероприятий. Земли Джизакской степи засолены в различной степени - от незасоленных до сильнозасоленных и солончаков. Последние преимущественно распространены на периферийной части плоской пролювиальной равнины слившихся конусов выноса, в средней и нижней части Зааминского конуса выноса, а также в полосе, примыкающей к трассе Южного Голодностепского канала.

Опытный участок был расположен в периферийной части аллювиально-пролювиальных шлейфов конуса выноса реки Зааминсу в 1,5 км от ЮГК на землях проектируемого совхоза № 4 и представлен сероземно-луговыми сильнозасоленными почвами с солончаками. Общие запасы солей в 3-метровой толще почвогрунтов составляли 600-800 т/га. Распределение солей по профилю неравномерно. Максимум солей сосредоточен в верхнем метре, с постепенным убыванием их вниз по профилю. Засоление почвогрунтов усугубляется сильной гипсированностью. Содержание гипса в горизонтах максимального скопления достигает 30-50 %. Механический состав почвогрунтов слоистый, с преобладанием суглинков и супесей.

Характерными особенностями почв опытного участка являются высокая плотность и низкие значения порозности и водопроницаемости. Объемный вес колеблется в пределах: 1,44-1,49 г/см<sup>3</sup> для слоя 0-100 см; 1,61-1,63 для слоя 100-200 и 1,66-1,68 г/см<sup>3</sup> для слоя 200-300 см. Порозность варьирует в пределах 43-44 %, 38-39 % и 38 % соответственно.

Свободная порозность при естественной влажности и уровне грунтовых вод около 3 м в слое 0-100 см не превышает 22-24 % и резко уменьшается с глубиной. В горизонте 100-200 см она колеблется в пределах 6-8 %, а горизонте 200-300 см снижается до 2-4 %. При полевой влагоемкости ее значения выражаются величинами 5,4 % для слоя 0-100 см и 1,6 % для слоя 100-200 см, составляя в среднем на 2-метровую толщу 3,5 % (от объема). Водопроницаемость с поверхности составила 0.2 м/сут.

Участок дренирован тремя открытыми дренами глубиной 3 м, объединенными дренажной-собирающей, отводящей дренажные и сбросные воды за его пределы. Междренные расстояния - 200 м. После строительства дренажной сети проведена планировка участка, вспашка на глубину 25 см с последующим боронованием и малованием.

Испытывались три варианта промывки: промывка напуском по полосам, промывка по бороздам и промывка затоплением чеков (два поля с различной нормой). При промывке по полосам были нарезаны полосы шириной 5 м и длиной 115 м, а при промывке по бороздам - борозды длиной 200 м с расстоянием между ними 0,9 м. В третьем варианте были построены чеки площадью 0,05 га. Фактические нормы промывки составили: I поле - 6,8; II поле - 6,5; III поле - 7,2, в том числе поверхностный сброс 2,7; IV поле - 4,5 тыс.м<sup>3</sup>/га.

Анализ материалов наблюдения за солевым режимом (табл.3.3.4) показывает, что большая исходная пестрота по засолению и литологическому строению обуславливает и пестроту по промываемости (как по глубине, так и по степени опреснения). В данных условиях наблюдается значительное опреснение верхнего метрового слоя с перемещением солей во второй метр или опреснение всей зоны аэрации с удалением солей за ее пределы.

Сравнение рассоляющего действия, оказываемого разными вариантами промывок, показало одинаковую эффективность ее как при поливах напуском по полосам, так и при поливах затоплением чеков. Промывка по бороздам оказалась малоэффективной (табл.3.3.4). Сравнительно глубокие борозды (18-20 см) и редкое их расположение (через 0,9 м) обусловили то, что затопляемая при поливах площадь составляла только 50 %, а остальная часть представляла собой испаряющую поверхность.

Таблица 3.3.4

Рассоление почвогрунтов при различных вариантах промывок по хлор-иону, %

Слой, см	I поле - промывка по полосам	II поле - промывка по чекам	III поле - промывка по бороздам	IV поле - промывка по чекам
0 - 25	$\frac{0.231}{0.067}$	$\frac{0.223}{0.050}$	$\frac{0.229}{0.286}$	$\frac{0.153}{0.028}$
0 - 50	$\frac{0.275}{0.073}$	$\frac{0.266}{0.074}$	$\frac{0.263}{0.216}$	$\frac{0.208}{0.047}$
0 - 100	$\frac{0.262}{0.263}$	$\frac{0.264}{0.134}$	$\frac{0.264}{0.227}$	$\frac{0.238}{0.078}$
0 - 200	$\frac{0.231}{0.189}$	$\frac{0.252}{0.212}$	$\frac{0.244}{0.261}$	$\frac{0.234}{0.137}$

Примечание: числитель - до промывки, знаменатель - после промывки.

В соответствии с этим складывался и солевой режим почвогрунтов. Под бороздами произошло рассоление аналогичное полосовому и чековому варианту промывки. Под гребнем интенсивность рассоления (по всему профилю) значительно ниже. В поверхностном же горизонте гребня (0-25 см) произошло увеличение засоления, что вообще свойственно бороздковому способу промывки. Для повышения эффективности промывки по бороздам предлагается (Решетов Г., 1986) воду подавать по коротким (100 м) и часто прорезанным (через 45 см) тупиковым бороздам.

Говоря о промывке засоленных земель, нельзя не учитывать режим грунтовых вод на промываемых полях, так как последний, наряду с другими факторами, определяет эффективность промывки.

Грунтовые воды на участке перед промывкой залегают на глубине около 3 м. Наблюдения показали, что при подаче воды довольно быстро затопляется свободная емкость, составляющая в зоне аэрации около 2500 м<sup>3</sup>/га, после чего грунтовые воды поднимаются до поверхности. С этого момента промывка значительно замедляется, так как при низких фильтрационных свойствах почвогрунтов опытного участка основной объем воды идет на испарение с открытой водной поверхности.

Увеличение минерализации грунтовых вод после промывки происходит за счет вымыва солей из вышележащей толщи почвогрунтов и концентрации их в верхнем слое грунтовых вод. Известно, что опреснение происходит не мгновенно, а постепенно. Наилучшие условия опреснения при промывках достигаются при затоплении чеков, когда большая часть воды приходится не на испарение, а непосредственно фильтрацию через промываемую толщу. При этом возрастает интенсивность вымыва солей за счет роста насыщенности первых порций промывной воды солями. Поэтому последующие порции инфильтрующихся вод будут все менее минерализованными. С прекращением водоподачи происходит медленный, со средней скоростью 5-7 см/сут, спад уровня грунтовых вод.

Анализ результатов наблюдений показывает, что для рассматриваемых условий наиболее оптимальным режимом промывки является дробная подача воды отдельными поливами. Разовая норма колеблется от 2,5 тыс. м<sup>3</sup>/га при последующих, подаваемых при снижении уровня грунтовых вод на 1-1,5 м ниже поверхности поля. При таком режиме промывку целесообразнее осуществлять под покровом культур-освоителей, используемых как сидераты.

Интересен опыт промывки и освоения солонцеватых почв Джизакской степи. На территории Узбекистана солонцеватые почвы не имеют такого широкого распространения, как в Сибири, Казахстане, Поволжье и на Северном Кавказе. Этим, в первую очередь, объясняется сравнительно малая изученность их географического распространения, генезиса и приемов мелиорации. Сложность освоения солонцеватых почв усугубляется еще и тем, что приемы мелиорации солонцеватых почв, разработанные для умеренных климатических районов страны, не совсем приемлемы для засушливой сероземной зоны Средней Азии.

Исследованиями установлено (почвенного института АН Р.Узбекистан), что солонцеватые почвы получили сравнительно большое распространение в районе межконусной Заамино-Хавастской депрессии Обручевского понижения Джизакской степи. По данным института Средазгипропроводхлопок почвенный покров Обручевского понижения представлен трехчленным комплексом, включающим солончаки, сильносолонцеватые солончаковые и слабосолонцеватые солончаковые полугидроморфные почвы.

Лугово-сероземные солонцеватые почвы формируются на выравненных и пониженных участках под злаково-солончаковыми ассоциациями. Поверхность их разбита трещинами шириной 1-3 см, идущими до глубины 1 м и более. Отличительной особенностью этих почв является наличие в верхней части почвенного профиля очень плотного трещиноватого крупноглыбистого горизонта. Данные химических анализов свидетельствуют о значительном засолении верхней метровой толщи с максимумом содержания солей в пределах 50-200 см. Ниже количество солей убывает и на глубине 3-4 м не превышает 0,5-0,1 %. В составе катионов преобладают ионы натрия и магния, а в составе поглощенных оснований - натрий (> 60 %) при очень низком содержании кальция. Анализы показали наличие щелочи по всему профилю почвы. Гипс в верхней

части профиля практически отсутствует (< 0,5 %), ниже по профилю содержание его возрастает до 20 %.

Практика мелиорации почв солонцового комплекса в СССР и других странах мира (Италия, Румыния, Испания, Венгрия и др.) показывает, что состав мероприятий при их освоении весьма различен и требует строгой дифференциации с учетом химических, физических, биологических и литолого-геоморфологических особенностей.

В силу того, что лугово-сероземные солонцеватые почвы Обручевского понижения содержат большое количество токсичных солей (до 1,0-2,4 % от массы почвы), начальным звеном системы освоения явилась промывка с использованием химмелиорантов (САНИИРИ при участии специалистов института Средазгипропроводхлопок). Перед промывкой вносили мелиоранты по следующим вариантам:

I. контроль (без внесения мелиорантов); II. лигнин 4 т/га и биологический ил 2 т/га; III. гипс 8 т/га и навоз 50 т/га; IV. мульчирование песком слоем 5 см по вспашке; V. мульчирование песком слоем 5 см по целине; VI. гипс 12 т/га; VII. навоз 50 т/га.

Отметим, что водоподача в объеме 5,0 тыс.м<sup>3</sup>/га, поданная на промывку в осенне-зимний период в два такта с интервалом 5-8 дней, оказалась недостаточной для рассоления 0-50 см толщи до порога токсичности. После повторной подачи воды нормой 5,0 тыс.м<sup>3</sup>/га было достигнуто рассоление верхней метровой толщи, из которой вынесено 95,5-98,7 % водорастворимых солей по сравнению с исходным содержанием (табл.3.3.5).

Таблица 3.3.5

Динамика выщелачивания солей  
при промывке солонцеватых почв (мг-экв/100 г почвы)

Вариант	Слой, см	Исходное засоление		Засоление после 5 тыс.м <sup>3</sup> /га		Засоление после 10 тыс.м <sup>3</sup> /га	
		СГ	Na <sup>+</sup>	СГ	Na <sup>+</sup>	СГ	Na <sup>+</sup>
I	0-50	2.57	11.19	<u>0.78</u>	<u>4.44</u>	<u>0.21</u>	<u>1.68</u>
				30.4	39.7	8.2	15.0
	1-100	5.14	16.08	<u>2.16</u>	<u>9.05</u>	<u>0.23</u>	<u>2.21</u>
				42.0	56.3	4.5	13.7
II	0-50	2.42	10.31	<u>0.48</u>	<u>3.59</u>	<u>0.22</u>	<u>1.91</u>
				19.8	34.8	9.1	18.5
	0-100	4.87	16.99	<u>0.91</u>	<u>7.68</u>	<u>1.19</u>	<u>2.56</u>
				18.7	45.2	3.9	15.1
III	0-50	5.50	19.16	<u>1.42</u>	<u>6.42</u>	<u>0.11</u>	<u>0.79</u>
				25.8	33.5	2.0	4.1
	0-100	7.91	22.17	<u>2.70</u>	<u>9.85</u>	<u>0.10</u>	<u>1.23</u>
				34.1	44.4	1.3	5.5
IV	0-50	2.40	9.25	<u>0.45</u>	<u>2.18</u>	<u>0.11</u>	<u>0.36</u>
				18.8	23.6	4.6	3.9
	0-100	4.23	14.58	<u>0.98</u>	<u>5.23</u>	<u>0.11</u>	<u>0.50</u>
				23.2	35.9	2.6	3.4
V	0-50	5.42	17.51	<u>0.32</u>	<u>3.39</u>	<u>0.19</u>	<u>1.28</u>
				5.9	19.4	3.5	7.3
	0-100	9.17	21.71	<u>0.66</u>	<u>6.11</u>	<u>0.27</u>	<u>2.43</u>
				7.2	28.1	2.9	11.2

Вариант	Слой, см	Исходное засоление		Засоление после 5 тыс.м <sup>3</sup> /га		Засоление после 10 тыс.м <sup>3</sup> /га	
		СГ	Na <sup>+</sup>	СГ	Na <sup>+</sup>	СГ	Na <sup>+</sup>
У1	0-50	3.29	16.60	<u>0.36</u>	<u>2.67</u>	<u>0.19</u>	<u>2.40</u>
				10.9	16.1	5.8	14.5
	0-100	6.60	22.8	<u>0.66</u>	<u>5.52</u>	<u>0.25</u>	<u>3.94</u>
				10.0	24.2	3.8	17.3
УП	0-50	5.34	14.69	<u>1.28</u>	<u>1.67</u>	<u>0.24</u>	<u>1.77</u>
				23.9	11.4	13.8	12.0
	0-100	5.38	22.45	<u>0.93</u>	<u>9.29</u>	<u>0.24</u>	<u>2.91</u>
				17.0	41.4	4.4	13.0

ПРИМЕЧАНИЕ: числитель - засоление, мг-экв/100 г почвы;  
знаменатель - к исходному содержанию, %.

На всех вариантах с внесением мелиорантов рассоление почв идет более интенсивными темпами, чем на контроле. Особенно хорошо это видно на примере подачи на промывку первых 5 тыс.м<sup>3</sup>/га. Так, на контроле после промывки в метровом слое осталось хлора и натрия 42,0 и 56,3 % к исходному содержанию, тогда как в остальных вариантах эти величины значительно ниже (7,2-34,1 и 11,4-45,2 % соответственно).

После промывки на опытном участке в качестве культур-освоителей выращивали люцерну с ячменем (совмещенный посев) и хлопчатник сорта Ташкент 1 с соответствующей агротехникой. При поливной норме 1,3-2,0 тыс.м<sup>3</sup>/га оросительная норма хлопчатника при шести поливах составила 7,5-9,9 тыс.м<sup>3</sup>/га, а люцерны - 6,8-8,1 тыс.м<sup>3</sup>/га. При указанном выше режиме орошения солевой режим верхней метровой толщи почвы имеет относительно стабильный характер. Установлено, что за два года выращивания корни люцерны “пробили” солонцовый слой и достигли 1,5-2,0 м вглубь. Было обнаружено, что там, где проходили корни люцерны или хлопчатника (за исключением контрольного варианта), как правило, образовывалась вертикальная трещина, а вокруг корешков почва оструктурировалась и обогащалась гумусовыми натеками. Это указывает на то, что благодаря действию химмелиорантов и применяемой агротехники возделывания люцерны и хлопчатника физико-химические свойства солонцеватых почв значительно улучшаются.

Наиболее четко действие химмелиорантов и культур-освоителей проявилось на второй год после промывки в вариантах II (лигнин и биологический ил), III (гипс и навоз) и IV (гипс). Наибольшее остаточное содержание поглощенного натрия отмечено на контроле, а на вариантах с внесением мульчи (по целине и по вспашке) количество поглощенного натрия уменьшилось лишь в верхних горизонтах.

Уменьшение содержания поглощенного натрия также сопровождается снижением щелочности. При исходном значении его в солонцовом слое (30-90 см) порядка 8,6-8,9 после двух лет освоения среда стала нейтральной или слабощелочной, что характерно для большинства сероземов Средней Азии.

Отметим, что темпы снижения содержания гумуса при окультуривании солонцеватых почв с внесением навоза, гипса, лигнина и биологического ила значительно медленнее, чем в других вариантах. Это имеет большое положительное значение, так как именно гумус, обладающий высокой дисперсностью, гидрофильностью и подвижностью, выступает в роли фактора, способствующего улучшению качественного состава и физико-химических свойств солонцеватых почв в целом. Внесение органо-минеральных соединений при освоении лугово-сероземных

солонцеватых почв также несколько улучшает питательный режим мелиорируемых почв.

Под влиянием применяемых мелиоративных мероприятий (внесение органики, химвелиорантов и возделывание культур-освоителей) резко улучшились показатели водно-физических свойств солонцеватых почв. Наиболее ярко улучшение этих свойств солонцеватых почв выражено в варианте с выращиванием люцерны.

Таким образом, для успешного освоения лугово-сероземных почв солонцово-солончакового комплекса наиболее целесообразна поэтапная система освоения, включающая промывку нормой, рассчитанной для рассоления метровой толщи, внесение мелиорантов и возделывание люцерны в течение двух-трех лет. С мелиоративной точки зрения наиболее эффективно комбинированное внесение гипса (8-10 т/га) и органики (навоза 50 т/га), отходов гидролизной промышленности: лигнина (4-5 т/га) и биологического ила (2 т/га), а также гипса (10-12 т/га). Применение данной системы освоения позволяет уже через два-три года получать достаточно высокие и стабильные урожаи основных севооборотных культур (табл.3.3.6).

Анализ результатов многолетних исследований и опыта передовых хозяйств показывает, что эксплуатационные промывки являются основным приемом регулирования солевого режима в корнеобитаемой толще и создания благоприятных условий для возделывания основных культур. Нормы и сроки их проведения в каждой зоне должны устанавливаться с учетом климатических водохозяйственных условий и степени засоления почвы. Рассоление почв с применением приемов эксплуатационных промывок земель широко практикуется в хозяйствах республик Узбекистана, Таджикистана и Туркменистана.

Таблица 3.3.6

Урожайность культур-освоителей по годам освоения солонцеватых почв

Вариант	1976 г.				1977 г.			
	хлопчатник		люцерна		хлопчатник		люцерна	
	ц/га	% к контролю	ц/га	% к контролю	ц/га	% к контролю	ц/га	% к контролю
1 (контроль)	18.8	-	108	-	18.3	-	122.0	-
2	23.0	122.3	118	109.3	23.8	130.1	161.3	132.2
3	22.8	121.3	160.6	148.7	26.5	144.8	176.7	144.8
4	23.5	125.0	182.6	169.1	23.7	129.5	171.6	140.4
5	19.0	101.0	151.3	140.1	20.6	112.6	154.7	126.8
6	20.7	110.1	121.3	112.3	22.6	123.5	157.3	128.9
7	24.2	128.7	147.3	136.4	26.0	142.1	159.3	130.6

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. В аридной зоне засоление почв, проявляющееся при развитии орошения, является одним из главных факторов снижения продуктивности земель. В настоящее время из общей орошаемой площади Центральной Азии и Южного Казахстана порядка 7,7 млн. га 35-40 % подвержено засолению в различной степени. Поэтому ведение орошаемого земледелия в республиках Центральной Азии неразрывно связано с осуществлением мероприятий, способствующих рассолению почв до уровня порога токсичности солей для основных сельскохозяйственных культур. Промывные поливы

на фоне дренажа являются основным приемом опреснения почв и верхнего слоя грунтовых вод. К настоящему времени в Центральной Азии накоплен большой экспериментальный материал и теоретические разработки, основанные на законах физико-механической гидродинамики. Это позволяет с достаточной достоверностью обосновать нормы и сроки проведения как эксплуатационных, так и капитальных промывок с учетом почвенно-мелиоративных, гидрогеологических и агрометеорологических условий.

2. Результаты натуральных исследований по приемам рассоления почв и опреснения верхнего слоя грунтовых вод, накопленные в Центральной Азии, показывают, что капитальная промывка является самым эффективным мероприятием по удалению солей из зоны аэрации и опреснению грунтовых вод. При капитальной промывке достигается быстрое (ускоренное) рассоление не только почвенного слоя, но и зоны аэрации и опреснение грунтовых вод даже в пределах трудномелиорируемых сильнозасоленных земель. Однако рассоление почв с применением приемов капитальных промывок дорогостоящее мероприятие, требующее больших капитальных затрат и, самое главное, огромных водных и трудовых ресурсов. В связи с этим на перспективу при выборе рассоляющих мероприятий нельзя ориентироваться на технологию капитальных промывок при дефиците водных ресурсов за исключением приемов опреснения через культуры риса. В перспективе при необходимости ввода сильнозасоленных внутриконтурных перелогов в сельхозоборот промывку почв можно осуществлять через культуры риса при хорошо работающей дренажной системе.

3. В современных условиях при дефиците материально-технических и особенно, водных ресурсов, по результатам натуральных исследований и реализации их на крупных массивах и административных районах Центральной Азии наиболее эффективным приемом рассоления почв и опреснения грунтовых вод является эксплуатационная промывка в сочетании с вегетационными поливами с помощью которых поддерживается промывной режим орошения в годовом разрезе. Эксплуатационная промывка рассчитана на постепенное рассоление почв и опреснение грунтовых вод, тем самым обеспечивает наименьшее экологическое воздействие на орошаемые территории и окружающую среду. Обязательным условием повышения эффективности эксплуатационных промывок является обеспечение на орошаемых землях высокой работоспособности дренажных систем при соблюдении четкой технологии их проведения по малым чекам.

4. Нормы и сроки проведения эксплуатационных промывок определяются водно-физическими параметрами почв, работоспособностью дренажных систем, агроклиматическими условиями года с учетом водных ресурсов, выделяемых для административных районов и конкретных хозяйств. В многоводные годы по осадкам сроки эксплуатационных промывок не лимитируются временем сезона, т.е можно выбирать любой сезон года, осень-зима или ранняя весна. Но выбрать время так, чтобы к началу сева почва "поспела" к нему. В маловодные годы по осадкам следует срок проведения промывок выбирать так, чтобы к началу сева создать на орошаемых землях оптимальную влажность и концентрацию почвенного раствора в корнеобитаемом слое. Для удовлетворения этого, лучше всего эксплуатационную промывку проводить в зависимости от засоления лимитирующего нормы водоподачи в феврале-марте.

5. Рассоляющая эффективность эксплуатационных промывок во многом зависит от режима орошения вегетационных поливов. Поливные и оросительные нормы сельхозкультур, определяемые исходя из биологической потребности растений, должны предотвратить реставрацию засоления почв иначе говоря, годовое поступление воды на поля с учетом атмосферных осадков должен удовлетворять требованию промывного режима орошения и на 10-15 % превышать суммарное испарение.

6. На трудномелиорируемых сильнозасоленных землях, требующих повышенную промывную норму, промывки должны проводиться с применением химмелиорантов, глубокой вспашки, глубокого рыхления, способствующих улучшению водно-физических свойств почв, тем самым их промываемости и, в конечном итоге, экономии оросительной воды.