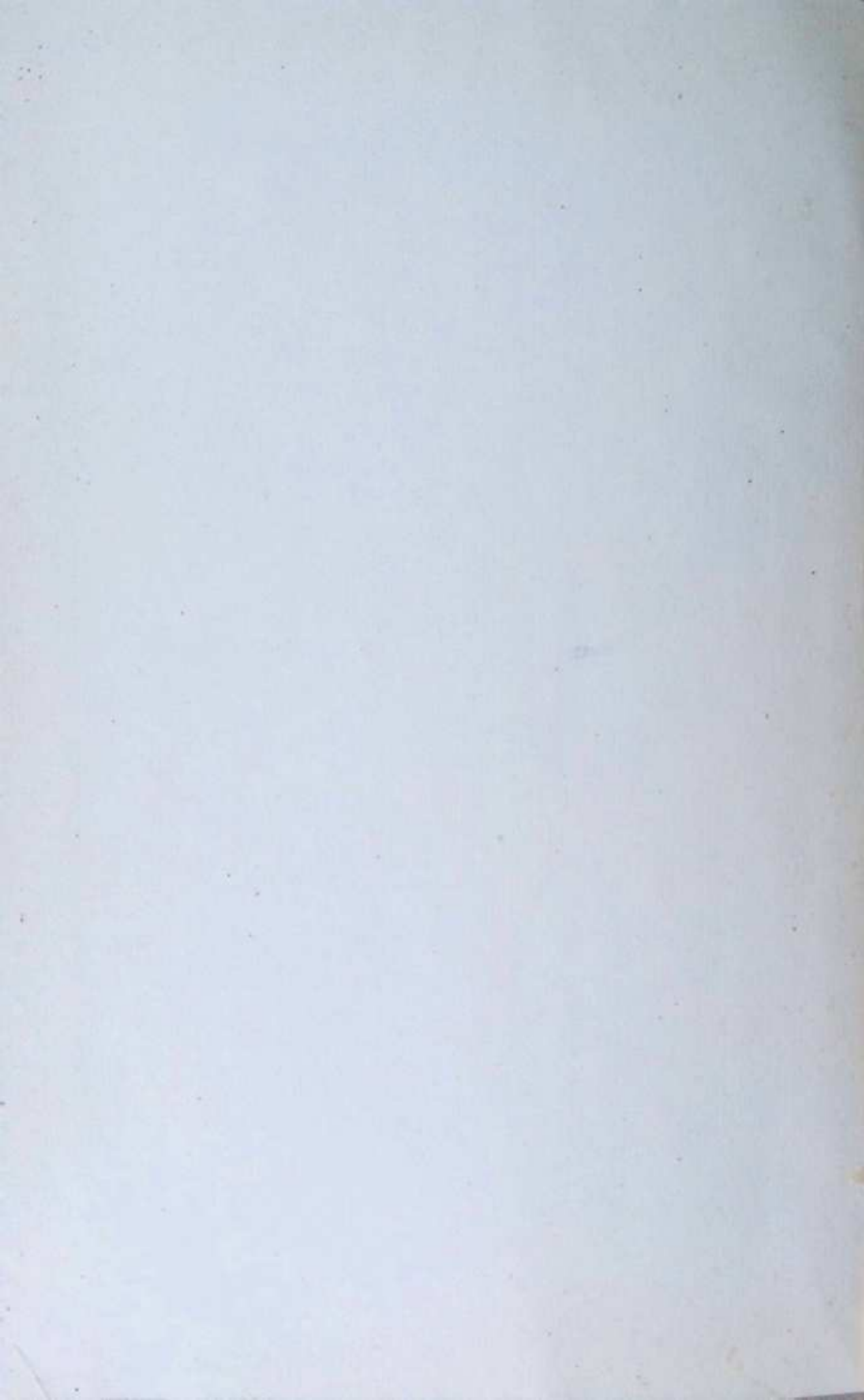


6516
H-574

А. Е. НЕРОСНН

СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ МЕТАМОРФИЗМЫ

57



А.Е. НЕРОЗИН

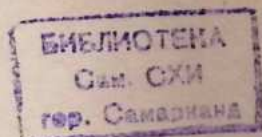
631.6
H-546

СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ МЕЛИОРАЦИИ

(ЗОНА СРЕДНЕЙ АЗИИ)

Утверждено Министерством сельского хозяйства
Узбекской ССР в качестве учебного пособия для
сельскохозяйственных вузов Средней Азии

*Второе, переработанное и
дополненное издание*



ТАШКЕНТ — «УЎҚИТУВЧИ» — 1980

Первое издание предлагаемого учебного пособия «Сельскохозяйственные мелиорации (зона Средней Азии)» вышло на узбекском языке в 1966 г. Оно получило хорошую оценку и быстро разошлось. Все возрастающий размах работ по мелиорации и освоению земель Средней Азии и Южного Казахстана требует подготовки значительного количества квалифицированных кадров в области сельскохозяйственных мелиораций. Это и обусловило необходимость второго издания книги.

Учебное пособие дополнено материалами, вытекающими из решений XXV съезда КПСС и дальнейших перспектив развития сельскохозяйственных мелиораций в зоне Средней Азии. Включены новые материалы и рекомендации по многим вопросам мелиорации и освоения земель.

В учебном пособии не рассматриваются оросительные мелиорации (водный режим почвы и растений, режимы и размеры орошения сельскохозяйственных культур, способы орошения, техника поливов), поскольку эти вопросы входят в специальный курс «Орошение сельскохозяйственных культур».

© Издательство «Ўқитувчи», 1980 г.

Н 40103—101
353(04)—80 153—80 3802030100

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение	7
1. Предмет и определение сельскохозяйственных мелиораций .	7
2. Задачи сельскохозяйственных мелиораций. Разделение мелиораций по объектам и методам улучшения	8
3. Развитие сельскохозяйственных мелиораций. Постановления партии и правительства	11
4. Народнохозяйственное значение сельскохозяйственных мелиораций	14

ЧАСТЬ ПЕРВАЯ

Теоретические основы сельскохозяйственных мелиораций

ГЛАВА I

Влияние природных и ирригационно-хозяйственных условий на мелиоративное состояние земель	17
1. Основные источники засоления почв	17
2. Перераспределение солей и образование засоленных почв .	19
3. Гидрогеологические (мелиоративные) зоны. Влияние природных условий на мелиоративное состояние земель	22
4. Влияние ирригационно-хозяйственных условий на мелиоративное состояние земель	27

ГЛАВА II

Засоленные почвы, их типы и разновидности, классификация и свойства	34
1. Солончаки и солончаковые почвы	34
2. Определение степени засоления почвы	39
3. Солонцы и солонцеватые почвы	41
4. Такыровые почвы	50

ГЛАВА III

Сельскохозяйственные растения и соли	52
1. Состав солей в почве и степень их вредности для растений	52
2. Влияние солей на растения. Причины вредного действия солей	56
3. Солеустойчивость сельскохозяйственных культур	62
4. Влияние засоленности почвы на количество и качество урожая сельскохозяйственных культур	66
5. Нормы допустимого содержания солей в почве	69

ГЛАВА IV

Режим грунтовых вод, их баланс, критическая и оптимальная глубины залегания. Солевой режим почвы	71
1. Вержовodka, грунтовые и напорные (артезианские) воды	71
2. Режим грунтовых вод	73
3. Баланс грунтовых вод	78
4. Критическая и оптимальная глубины залегания грунтовых вод	81
5. Солевой режим и баланс почвы	84

ЧАСТЬ ВТОРАЯ

Мелиорация засоленных и заболачиваемых орошаемых земель

ГЛАВА V

Система мероприятий по предупреждению и борьбе с засолением и заболачиванием земель	88
1. Система мелиоративных мероприятий	88
2. Мелиоративное и гидромодульное районирование	90
3. Мелиоративный контроль	95

ГЛАВА VI

Водохозяйственные мелиоративные мероприятия	99
1. Мероприятия по водопользованию и борьбе с потерями воды	99
2. Использование грунтовых, дренажных и подземных (артезианских) вод	106

ГЛАВА VII

Агромелиоративные мероприятия	115
1. Планировка орошаемых полей	116
2. Лесонасаждения	126
3. Освоение севооборотов с посевами люцерны	131
4. Высококачественная система агротехники, промывной режим орошения	135

ГЛАВА VIII

Промывки засоленных почв	139
1. Промывки в комплексе мелиоративных мероприятий. Назначение и типы промывок	139
2. Закономерности и особенности движения солей при промывке	141
3. Эффективность промывок в зависимости от почвенно-гидрогеологических и метеорологических факторов	145
4. Агротехнические факторы эффективности промывки. Подготовка почвы к промывке	150
5. Сроки и способы промывок	152
6. Нормы промывок	159
7. Промывка и освоение засоленных пятен	166
8. Уход за полями после промывки	169

ГЛАВА IX

Дренаж орошаемых земель	169
1. Дренаж, его типы и задачи	169
2. История применения, значение и эффективность действия дренажа	171
3. Открытый горизонтальный дренаж. Механизм действия дрен	174
4. Плановое расположение, глубина дрен и расстояния между ними	178
5. Скважины-усилители и применение временного дренажа. Эксплуатация и недостатки открытого дренажа	183
6. Закрытый горизонтальный дренаж	186
7. Вертикальный дренаж	192

ЧАСТЬ ТРЕТЬЯ

Освоение засоленных земель и песков, борьба с эрозией почв и селевыми потоками

ГЛАВА X

Освоение засоленных солончаковых почв	199
1. Районы и площади освоения солончаковых почв	199
2. Климатические и почвенно-мелиоративные условия районов освоения солончаковых почв	204
3. Освоение солончаковых почв при осенне-зимних промывках	208
4. Освоение солончаковых почв культурой риса	215
5. Методы интенсивного дренирования и форсированного засоления осваиваемых земель	219

ГЛАВА XI

Улучшение солонцеватых и освоение такыровых почв	223
1. Улучшение солонцеватых почв	223
2. Освоение такыровых почв	227

ГЛАВА XII

Предупреждение и борьба с эрозией почв и селевыми потоками . .	230
1. Водная и ветровая эрозии почв	230
2. Предупреждение и борьба с водной эрозией почв	235
3. Борьба с ветровой эрозией почв	240
4. Селевые потоки и борьба с ними	243

ГЛАВА XIII

Освоение песков, песчаных и супесчаных почв	246
1. Песчаные пустыни Средней Азии	246
2. Пески, их образование, формы рельефа и лесорастительные условия	250
3. Закрепление и освоение песков	255
4. Освоение песчаных и супесчаных почв	261
Литература	264

Введение

I. Предмет и определение сельскохозяйственных мелиораций

В сельском хозяйстве земля является главным средством производства продуктов питания, растительного и животного сырья для промышленности.

Для производительного использования земли и получения высоких урожаев нужны, кроме социально-экономических, определенные условия внешней среды — климатические, почвенные, гидрогеологические и др. В одних районах эти условия вполне или достаточно благоприятны для сельского хозяйства и созданы самой природой; в других — они неблагоприятны и тогда сам человек своей хозяйственной деятельностью должен изменить, переделать их в лучшую сторону.

Неблагоприятные природные условия, затрудняющие ведение сельского хозяйства, могут быть разные.

Так, в северных и северо-западных районах страны большие площади представляют собой земли избыточного увлажнения, где растения и почвы страдают от недостатка аэрации и избытка влаги. Поэтому важной задачей в этих районах является осушение земель, создание нормального водного режима почв. В южных засушливых районах, наоборот, отмечается прежде всего недостаточное увлажнение почв и недостаточная обеспеченность земель поверхностными водами. Вследствие этого возникает необходимость искусственного орошения, а также изыскания дополнительных водных ресурсов.

Имеются территории, на которых часть земель подвержена вредному действию паводковых вод, вызывающих затопление и заболачивание почв. В предгорных районах на больших площадях наблюдаются явления разрушения и смыва почв под действием движущейся воды (водная эрозия почв), а в равнинных засушливых, маловодных местностях — разрушение и снос почв под действием ветров (ветровая эрозия почв).

Во многих районах освоение новых и производительное использование староорошаемых земель затруднено из-за высокого залегания минерализованных грунтовых вод и подверженности

почв засолению (солончаки и солончаковые почвы). Большие трудности возникают также при освоении и использовании такырных и солонцеватых почв, занимающих большие площади и отличающихся плохими агрофизическими свойствами.

Большой ущерб во многих районах причиняют сельскому хозяйству сухие ветры — суховеи и пыльные бури (так называемые «афганец», «гармсилъ»), а также движущиеся пески, селевые грязекаменные водные потоки с гор.

Для успешного ведения сельского хозяйства необходимо устранение всех этих неблагоприятных условий.

Сельскохозяйственные мелиорации* представляют собой систему мероприятий, направленных на коренное улучшение неблагоприятных для сельского хозяйства природных условий территории (климатических, почвенных, гидрологических, гидрогеологических) в целях успешного освоения земель, прогрессивного повышения плодородия почв, обеспечения высоких урожаев сельскохозяйственных культур и насаждений.

Мелиорации осуществляют изменением и регулированием водно-воздушного, пищевого и теплового режимов почвы, улучшением ее физических и химических свойств, солевого режима, режима поверхностных и грунтовых вод, а также элементов климата.

Направление, характер и масштабы сельскохозяйственных мелиораций определяются природными и хозяйственными условиями той или иной территории.

2. Задачи сельскохозяйственных мелиораций. Разделение мелиораций по объектам и методам улучшения

Одна из основных задач мелиораций — регулирование водного режима почв. В этом отношении различают:

- а) оросительные мелиорации (орошение и обводнение);
- б) осушительные мелиорации.

В европейской части СССР, в ее северных и северо-западных районах большие мелиоративные работы проводят с целью осушения избыточно увлажненных почв, освоения болот, заболоченных лугов и пастбищ, речных пойм; в южных и юго-восточных районах — с целью обводнения и орошения засушливых территорий, борьбы с водной и ветровой эрозией.

В Средней Азии и Южном Казахстане главными задачами сельскохозяйственных мелиораций являются:

— развитие орошения, регулирование стока поверхностных вод, изыскание дополнительных источников орошения и водоснабжения, в том числе для пастбищ отгонного животноводства;

* Мелиорация — (melioratio лат.) означает улучшение.

— предупреждение засоления и заболачивания орошаемых земель;

— коренное улучшение засоленных, а также незасоленных, заболачиваемых пресными грунтовыми водами, орошаемых земель;

— освоение неиспользуемых переложных, залежных и целинных земель (большей частью засоленных);

— улучшение климатических условий местности, борьба с ветрами и суховеями, эрозией почв и селевыми потоками, паводками и затоплениями, движущимися песками и др.

Из приведенного перечня задач видно, что основными объектами мелиорации могут быть: климат района, его почвы, водные источники, грунтовые воды.

Мелиорация климата заключается в устранении или ослаблении неблагоприятных его особенностей (например, высоких температур и низкой влажности воздуха, сильных ветров и суховеев и др.).

Мелиорация почв — в коренном улучшении их водно-воздушного и биологического режимов, химического состава и физико-химических свойств (в частности, устранение солонцеватости почв, удаление из почвы вредных для растений солей и т. д.).

Мелиорация режима поверхностных вод (гидрологических условий) — в увеличении и регулировании стока поверхностных вод (главным образом речных) для повышения оросительной способности источников орошения, устранения вредного действия паводков и др.

Мелиорация режима грунтовых вод (гидрогеологических условий) — в опреснении грунтовых вод и установлении благоприятных глубин их залегания, усилении полезного использования их полевыми культурами, древесными насаждениями и др.

Разделение сельскохозяйственных мелиораций по объектам воздействия можно показать следующей схемой:



Различные факторы мелиорации и их результаты связаны между собой. Между ними существует тесная взаимосвязь. Так, изменяя режим поверхностных вод, мы воздействуем на режим грунтовых вод; изменяя режим грунтовых вод, мы влияем на условия жизни почвы, изменяем ее свойства; преобразуя почву, мы изменяем условия жизни растений, которые в свою очередь изменяют микроклимат полей и т. д.

Какими же способами можно изменять неблагоприятные природные условия территории?

По способам (методам) улучшения сельскохозяйственные мелиорации можно подразделить на следующие виды:

- водохозяйственные мелиорации, при которых улучшение почвенно-мелиоративных условий достигается за счет мероприятий по рациональному водопользованию и правильной эксплуатации оросительной сети, эффективному использованию воды, устранению потерь ее, вызывающих подъем грунтовых вод и др.;

- агротехнические мелиорации, изменяющие в благоприятную сторону микроклимат, свойства почвы, режим грунтовых вод путем воздействия биологических факторов и агромелиоративных мероприятий. К ним относятся, например, планировка полей, применение в севообороте посевов люцерны, лесонасаждение, правильная система обработки почвы, промывка ее от вредных солей и др.;

- гидротехнические мелиорации, улучшающие водный режим почв, режим поверхностных и грунтовых вод в результате применения инженерно-мелиоративных мероприятий. Такими мероприятиями являются, например: постройка оросительных и обводнительных систем, сооружение коллекторно-дренажной сети для отвода грунтовых вод, устройство противоселевых сооружений на предгорных склонах и др.;

- химические мелиорации, при которых неблагоприятные свойства почв улучшают внесением в них определенных химических соединений. Примерами таких мелиораций являются: известкование кислых почв, гипсование солонцеватых почв и др.;

- механические мелиорации, к которым относятся выборка камней из почвы, корчевка пней, устройство механических защит при облесении движущихся песков и др.

При осуществлении мелиораций важно правильно согласовывать проведение водохозяйственных, агромелиоративных, гидротехнических и других мероприятий. При такой взаимосвязке общий мелиоративный и экономический эффект комплекса мероприятий будет наибольшим. Конкретный состав этих мероприятий для каждого района, хозяйства и участка должен соответствовать природным и хозяйственным условиям мелиорируемой территории, целям и срокам мелиораций.

Важную роль при осуществлении мелиораций играют и орга-

низационно-технические мероприятия. К ним относятся, например: своевременная и высококачественная подготовка мелиоративных проектов, эффективная работа специализированных мелиоративно-строительных организаций, службы эксплуатации оросительной и коллекторно-дренажной сети, подготовка квалифицированных мелиоративных кадров и др.

3. Развитие сельскохозяйственных мелиораций. Постановления партии и правительства

Исторические данные показывают, что в древних государствах Средней Азии оросительные мелиорации осуществлялись еще в IX—VIII веках до нашей эры. Большие ирригационные работы велись в государствах: Бактрии (верхнее течение р. Амударьи), Согдиане (бассейн р. Зеравшана), Хорезме (нижнее течение Амударьи). Орошение и земледельческая культура успешно развивались здесь и позже. Большого расцвета достигло орошение в Ферганской долине.

Во всех этих оазисах строились не только оросительные, но где нужно и дренажные каналы, а также водопроводы. Периодически орошаемые оазисы подвергались нашествиям кочевников. Тогда оросительные системы разрушались или приходили в упадок, однако позже вновь восстанавливались и развивались либо на прежних, либо на новых землях.

Исследовательские работы в Средней Азии по хлопководству, орошаемому земледелию и водному хозяйству были начаты в 80—90-е годы прошлого века. К этому времени относится организация около г. Ташкента Туркестанской опытной станции, изучавшей вопросы хлопководства и орошаемого земледелия.

Обширные изыскательские работы по освоению земель и ирригации проводились в Средней Азии в 1907—1916 годах. Вопросы орошения изучались в это время на Голодностепском, Андижанском и Ашхабадском опытных полях, а также (с 1912 года) гидромультиплексной частью отдела земельных улучшений Министерства земледелия России.

После установления Советской власти ирригационно-мелиоративные работы и соответствующие исследования развертывались все более широко. В различных районах Средней Азии была создана широкая сеть опытно-мелиоративных станций, организованы научно-исследовательские институты по ирригации и мелиорации земель. Главным координирующим центром исследовательских работ стал Всесоюзный научно-исследовательский институт по гидротехнике и мелиорации (ВНИИГиМ), а по Средней Азии — Среднеазиатский научно-исследовательский институт ирригации (СНИИРИ).

В Узбекистане исследовательские работы по орошению и мелиорации земель проводятся также Всесоюзным научно-исследовательским институтом хлопководства (СоюзНИХИ), его



Акад. А. Н. Костяков (1887—1957), основоположник советской мелиоративной науки

ле войны эти работы все более переводились на индустриальные методы. Это позволило уже в период 1954—1960 гг. построить и реконструировать в Узбекистане около 2 тыс. км осушительных (дренажных) каналов, выполнить работы по мелиоративному улучшению 400 тыс. га земель, улучшить на большой площади техническое состояние оросительной сети.

Широким фронтом продолжались ирригационно-мелиоративные работы в республиках Средней Азии в годы седьмой, восьмой и девятой пятилеток. Так, за девятую пятилетку (1971—1975 гг.) в Узбекистане было введено в эксплуатацию 511 тыс. га новых орошаемых земель, на которых организовано 50 новых совхозов. Это стало возможным благодаря строительству новых крупных ирригационных каналов, гидроузлов и насосных станций, магистральных коллекторов и дренажных систем.

Большие работы по ирригационно-мелиоративному строительству и освоению новых земель были проведены также в зоне действия Каракумского канала в Туркмении, в Вахшской долине Таджикской ССР, в зоне Арысь-Туркестанского канала в Южном Казахстане и других районах.

центральной опытно-мелиоративной станцией в Голодной степи и областными опытными станциями.

В развитие мелиоративной науки большой вклад внесли своими трудами крупные советские ученые — А. Н. Костяков, Л. П. Розов, В. Д. Журин, А. Н. Асоченский, В. В. Пославский, В. А. Ковда, С. Ф. Аверьянов, И. Н. Антипов-Каратаев, Н. В. Макридин, В. С. Малыгин, Н. А. Беседнов, В. Р. Волобуев и др.

Значительными были темпы осуществления водохозяйственных и мелиоративных работ. Они наращивались из года в год и были замедлены лишь в годы Великой Отечественной войны. Пос-

Важность и необходимость дальнейшего развития в нашей стране ирригации и мелиорации подчеркнуты в постановлениях ряда Пленумов ЦК КПСС, в решениях XXV съезда КПСС. На десятую пятилетку конкретные планы и задачи по ирригации и мелиорации земель были изложены в постановлении ЦК КПСС и Совета Министров СССР (август 1976) «О плане мелиорации земель на 1976—1980 гг. и мерах по улучшению использования мелиорированных земель».

Пятилетним (1976—1980 гг.) планом развития народного хозяйства страны предусмотрен ввод в эксплуатацию (за счет государственных капиталовложений) 4,17 млн. га орошаемых земель, 4,71 млн. га осушенных, 37,64 млн. га обводненных пастбищ. На мелиорацию земель выделяется более 40 млрд. руб., столько же, сколько было освоено за последние две пятилетки вместе взятые.

Определены важнейшие задачи мелиорации земель на десятую пятилетку и по союзным республикам. Так, по Узбекистану должно быть комплексно освоено 462 тыс. га новых орошаемых земель, мелиоративно улучшено 500 тыс. и капитально спланировано 300 тыс. га староорошаемых земель, произведено переустройство оросительных систем на площади 250 тыс. га, обводнено 1,5 млн. га пастбищ. На осваиваемых землях создаются 111 новых совхозов (хлопководческих, рисоводческих, садово-виноградских, овощных).

В соответствии с курсом партии на интенсификацию сельского хозяйства, взятого после мартовского (1965 г.) Пленума ЦК КПСС, на развитие сельского и водного хозяйства Узбекистана в годы 8—10 пятилеток выделялось все больше государственных и колхозных средств. Так, за 1966—1977 гг. на развитие сельского хозяйства республики было выделено в 2,6 раза больше средств, чем за все время, предшествовавшее мартовскому (1965 г.) Пленуму ЦК КПСС. На водохозяйственное строительство было затрачено почти в 3,6 раза больше, чем за период с 1924 по 1965 гг. -

Все это позволило ввести в Узбекистане в сельскохозяйственный оборот с 1966 по 1977 год 883 тыс. га новых орошаемых земель, улучшить мелиоративное состояние 1 млн. 262 тыс. га, провести реконструкцию значительной части оросительных систем, капитально спланировать 699 тыс. га староорошаемых земель, обводнить 4 млн. 85 тыс. га пастбищ.

Высокими темпами ведется водохозяйственное строительство в республике. К концу десятой пятилетки войдут в строй Андижанское, Туюмюйское, Талимарджанское и другие водохранилища, общая емкость которых к 1980 г. превысит 10 млрд. м³. Будет продолжено строительство новых гидроузлов и насосных станций.

В республике непрерывно возрастает протяженность оросительной и коллекторно-дренажной сети. В настоящее время об-

щая протяженность оросительных каналов в Узбекистане составляет около 150 тыс. км, а коллекторно-дренажной — свыше 70 тыс. км. Используются для орошения около 6 тыс. скважин вертикального дренажа.

При освоении новых высоких земель (в Каршинской, Джизакской степях и других районах) все более широко осуществляется машинный подъем воды на орошение. В настоящее время (1978 г.) при машинной водоподаче насосными станциями орошается в республике около 900 тыс. га, или 28% всей поливной площади.

Огромны перспективы дальнейшего развития ирригации и мелиорации в Средней Азии, южных и восточных районах Казахстана. В этой зоне площадь земель, пригодных для орошения, равна 57,6 млн. га. Водные ресурсы (реки Амударья, Сырдарья, Чу, Или и другие с их притоками) позволяют оросить здесь до 14 млн. га, орошается же в настоящее время около 5,5 млн. га (по Узбекистану 3,3 млн. га). Таким образом орошаемая площадь в этой зоне может быть увеличена на 8,5 млн. га. Но для этого необходимо значительно увеличить водные ресурсы, которые потребуются не только для орошения и освоения этой площади, но и для повышения водообеспеченности староорошаемых земель (рис. 2).

С этой целью широко осуществляются работы по зарегулированию стока рек, строительству гидротехнических узлов, водохранилищ и водоподъемных плотин, по переброске воды из многоводных источников орошения в маловодные, по борьбе с фильтрационными потерями воды из оросительных каналов, по использованию на орошение грунтовых, дренажных и подземных вод. Продолжаются также работы по изысканиям и проектированию переброски части стока сибирских рек в бассейн Аральского моря.

4. Народнохозяйственное значение сельскохозяйственных мелиораций

В засушливых зонах страны развитие орошения и сельскохозяйственных мелиораций — одна из основ интенсификации сельскохозяйственного производства. В постановлении Центрального Комитета КПСС и Совета Министров СССР «О плане мелиорации земель на 1976—1980 годы и мерах по улучшению использования мелиорируемых земель», указывается: «...считать важнейшей задачей партийных, сельскохозяйственных и водохозяйственных органов в 1976—1980 гг. дальнейшее эффективное использование орошаемых и осушенных земель и всемерное повышение урожайности сельскохозяйственных культур на этих землях».

Осуществление сельскохозяйственных мелиораций для Средней Азии, как и для других засушливых территорий страны,

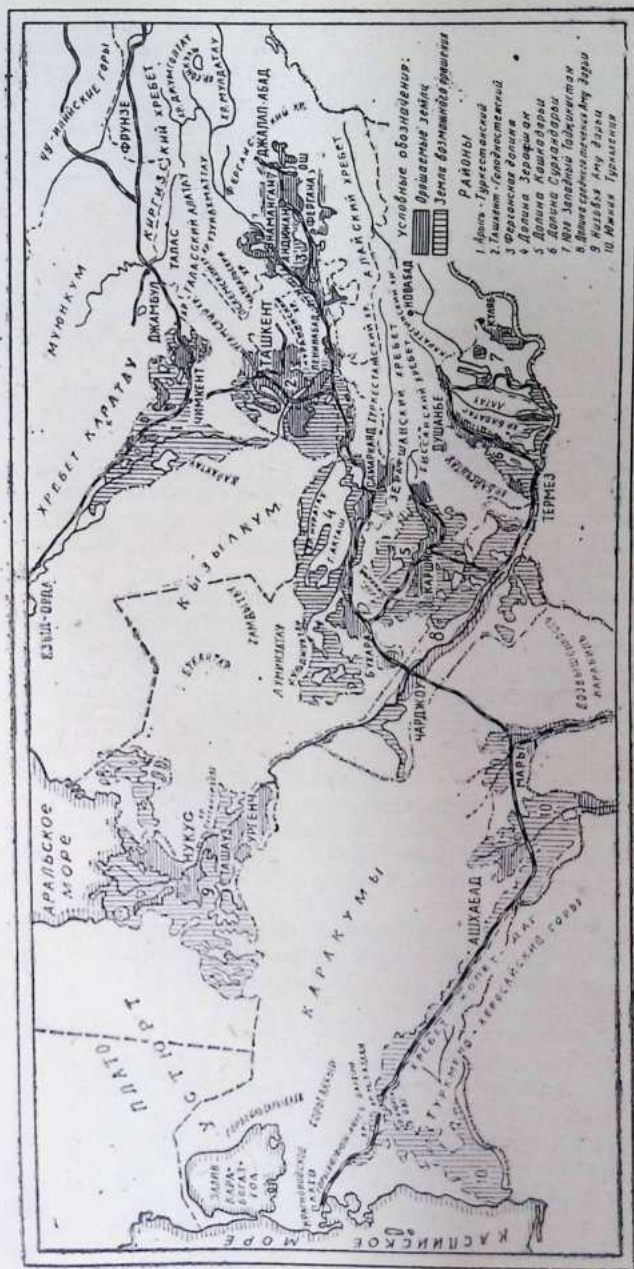


Рис. 2. Орошаемые и возможного орошения земли Средней Азии и Южного Казахстана

имеет большое народнохозяйственное значение: становится возможным осваивать новые земли, в том числе засоленные или подверженные заболачиванию, и таким образом намного увеличивать площади используемых в сельском хозяйстве земель.

Осуществление мелиораций (оросительных и осушительных, водохозяйственных, агромелиоративных и инженерно-мелиоративных) позволяет значительно повысить плодородие староорошаемых земель, особенно земель, подверженных засолению. Поэтому урожай сельскохозяйственных культур на этих землях возрастают и становятся устойчивыми.

В результате увеличения посевных площадей и повышения на всех используемых землях урожаев увеличивается валовое производство сельскохозяйственной продукции, при снижении ее себестоимости и повышении производительности труда в сельском хозяйстве.

Как правило, при выполнении мелиораций повышается и качество сельскохозяйственной продукции.

Особенно велико значение сельскохозяйственных мелиораций на землях, подверженных засолению. Площади таких земель огромны. В пределах Узбекистана они составляют 45—47% общей орошаемой площади. Плодородие почв в связи с этим значительно снижено, а это обуславливает большие потери урожая сельскохозяйственных культур. Потери урожая объясняются прежде всего большой изреженностью растений, обилием засоленных пятен, а также тем, что сохранившиеся растения отстают в росте и развитии, запаздывают в созревании, хуже плодоносят.

Если на незасоленных почвах, при хорошем агротехническом уходе за хлопчатником, хозяйства получают хлопка 30—40 ц/га, то на слабозасоленных почвах — 22—30, на средnezасоленных — 17—20, на сильнозасоленных — 10—12 ц/га и меньше. При этом ухудшается качество хлопка, уменьшается длина волокна, снижается его прочность, утрачивается равномерность и др.

Ежегодные потери хлопка и другой сельскохозяйственной продукции по причине засоленности почв составляют сотни тысяч тонн. При планомерном, комплексном осуществлении сельскохозяйственных мелиораций эти потери могут быть устранены, валовое производство продукции и народнохозяйственный доход намного увеличены. В связи с этим капитальные затраты на мелиоративные работы (по планировке полей, устройству дренажа, проведению промывных поливов и других агро-мелиоративных и водохозяйственных мероприятий) окупаются в короткие сроки.

Такие же результаты получают хозяйства при осуществлении мелиораций по улучшению эродированных, такырных и солонцеватых почв, по борьбе с водной и ветровой эрозией почв, селевыми потоками и другими неблагоприятными природными условиями территории. Это обусловлено предохранением почв и посевов от повреждений и разрушений, от смыва и сноса их водой или ветром, а также повышением плодородия почв и урожаев на них посевов и насаждений.

Часть первая

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ МЕЛИОРАЦИЙ

Глава I

ВЛИЯНИЕ ПРИРОДНЫХ И ИРРИГАЦИОННО-ХОЗЯЙСТВЕННЫХ УСЛОВИЙ НА МЕЛИОРАТИВНОЕ СОСТОЯНИЕ ЗЕМЕЛЬ

1. Основные источники засоления почв

В орошаемых районах Средней Азии неблагоприятное состояние земель проявляется главным образом в явлениях их засоления и заболачивания. Засоленные почвы занимают большие площади как в нашей стране, так и за рубежом. На засоленных землях велики ежегодные потери урожая из-за изреженности посевов, наличия засоленных пятен, выпадов из использования отдельных участков, уменьшения количества и ухудшения качества урожаев. Естественно поэтому, что вопрос о происхождении (источниках) вредных воднорастворимых солей и условиях образования засоленных почв приобретает большое теоретическое и практическое значение.

В географии и геохимии процессов образования засоленных почв различают следующие основные циклы соленакопления (В. А. Ковда):

Континентальные, связанные с движением, перераспределением и аккумуляцией солей во внутриматериковых бессточных областях.

Приморские, связанные с аккумуляцией морских солей в прибрежно-морских низменностях суши и по берегам мелководных заливов.

Дельтовые, характеризующиеся сложным сочетанием процессов движения и накопления солей, приносимых с континента рекой и долинно-дельтовым грунтовым потоком, и солей, поступающих в разное время со стороны моря (дельты р. Аму-дарьи, Нила и других крупных рек).

В Средней Азии, являющейся внутриматериковой бессточной территорией, главными первоисточниками воднорастворимых солей являются:

1. Процессы выветривания (разрушения) горных пород и минералов с выносом образующихся солей поверхностной и грунтовой водой в грунтовые воды и почвогрунты нижерасположенных земель.

2. Процессы миграции солей из соленосных

осадочных пород, представляющих собой древние морские отложения.

Процессы выветривания горных пород заключаются в следующем. Под действием воды, ветра, смены температур, биохимических факторов горные породы и входящие в них минералы постепенно разрушаются. При этом освобождаются элементы хлора и серы, дающие начало образованию в дальнейшем хлористых и сернокислых солей. В процессе выветривания образуется и серная кислота (H_2SO_4), которая при взаимодействии с минералами, содержащими натрий, магний или кальций, легко образует сернокислые соли. Ряд минералов содержит в своем составе хлористые или сернокислые соли ($NaCl$, Na_2SO_4) в готовом виде, которые и освобождаются при выветривании. В выветривании горных пород интенсивно участвует и углекислота (CO_2). Обладая довольно высокой растворимостью в воде, углекислота широко взаимодействует с гидросиликатами Na , K , Mg , Ca , образуя бикарбонаты и карбонаты щелочей и щелочных земель.

Первоисточником засоления почв на большой площади являются и соленосные осадочные породы. Отложенные в морские фазы развития, эти породы в условиях поверхностного залегания или обнажения после смыва покровных незасоленных толщ представляют один из основных источников засоления почвогрунтов и грунтовых вод на подгорных равнинах. Развитие засоления почв при этом связано с приносом (перемещением) солей этих отложений вниз по уклону грунтовыми и поверхностными водами.

На осваиваемых равнинах во многих случаях источником засоления почв являются также большие запасы солей древних морских отложений, залегающих на месте под верхней 3—4-метровой толщей практически незасоленного грунта. При развитии орошения и подъеме засоляющихся при этом грунтовых вод происходит засоление и верхней толщи почвогрунта.

Одним из источников засоления почв являются выходы подземных месторождений каменной соли — соляные купола и штоки. Они найдены во многих областях распространения засоленных почв: на Прикаспийской, Туранской низменностях, в Заволжье и других районах. В пустынях Средней Азии встречаются современные или остаточные соляные коры, толщиной иногда в десятки и сотни сантиметров и состоящие на 90—100% из солей. Такие отложения солей также являются источником засоления окружающих почв.

Подчиненное значение в процессах образования и накопления солей имеют биохимические факторы. Роль этих факторов (деятельность галофитных растений, микроорганизмов) в образовании засоленных почв некоторыми учеными (В. Р. Вильямс, В. П. Бушинский) преувеличивалась. Исследовательские данные не подтверждают того, что биологический круговорот является первопричиной солончаковых аккумуляций солей.

Тем не менее в определенных условиях растительность солончаков и солонцов, вследствие ее исключительно высокой зольности и содержания в золе больших количеств хлористого и сернокислого натрия, может являться одним из факторов засоления почв.

Общие запасы хлора и серы на земле огромны, однако в твердой оболочке земной коры они находятся в весьма рассеянном состоянии. Следовательно, образование засоленных почв связано с процессами перераспределения солей как по земной поверхности, так и в толще почвогрунта.

2. Перераспределение солей и образование засоленных почв

Основными факторами перераспределения солей являются: движение поверхностных и грунтовых вод, а также движение атмосферы, ветра.

Перемещение солей под влиянием атмосферных движений (в виде твердой пыли или с атмосферными осадками) носит общее название импультверизации солей (Л. П. Розов). Ввиду малого содержания солей в атмосферных осадках (в среднем хлора 2—3, серной кислоты 2—4 мг/л) перенос их таким путем обычно не имеет практического значения. Однако иногда (при переносе солевой сухой пыли или морской водяной пыли) процессы импультверизации солей или, иначе, эолового транспортирования их могут оказывать определенное, но обычно территориально ограниченное, местное влияние на содержание солей в почве.

Всеобщее и важное с практической точки зрения значение имеет перенос солей с движущейся поверхностной или грунтовой водой.

Результаты перераспределения солей с водой чаще зависят от местных природных условий: климата, геоморфологических и гидрогеологических условий местности, фильтрационных свойств почвогрунта и др.

Имеется некоторая общегеографическая закономерность в распределении солей по земной поверхности в зависимости от климата — по мере движения с севера на юг и юго-восток, т. е. с уменьшением количества атмосферных осадков и увеличением испарения наличие солей в почвогрунтах возрастает.

Большое влияние на перераспределение солей по земной поверхности оказывает рельеф местности.

Основными элементами рельефа являются: водораздельные пространства, склоны от них, шлейфы склонов, долины. Перераспределение солей по указанному геоморфологическому профилю земли характеризуется следующим (Л. П. Розов). Если на поверхности водораздела имеются воднорастворимые соли и на водораздел выпадает достаточно атмосферных осадков, то солевой раствор будет перемещаться по двум направлениям: а) по

2. 3. Схема пере-
пределения солей
геоморфологи-
ескому профилю
по Л. П. Розову)

5) в толщу поч-
оком их в виде
ном счете соль
м реки в море,

о конечного во-
ий территории
почвогрунтов.
ор может прой-
ти. Различным
кальному про-

вательно и со-
характеризую-
ми являются
е, так и древ-
кумуляция со-
одами, разви-

тью просачи-
паряются, ос-
сь солей с во-
общие запасы
несмотря на
чески не уча-

олн, длитель-
рунтовых вод,
будут посте-
воды и игра-
онов и в реч-
вне миграции
рунтовой во-
атмосферных
почвы могут

засоляться при движении растворов даже слабых концентраций. При значительной минерализации грунтовых вод и близком к поверхности земли их залегании (1—2,5 м и выше) засоление почв будет проходить очень энергично. При этом в большей степени подвергнутся засолению различного рода понижения, депрессии местности.

При медленном пленочно-капиллярном перемещении солевых растворов последние могут достигать поверхности и вызывать засоление почв и при относительно глубоком залегании грунтовых вод (5—9 м).

На движение и распределение солей существенно влияют условия макро-, мезо- и микрорельефа земли.

Макрорельеф — это крупные формы рельефа, определяющие общий облик большой территории земли (горные хребты, плоскогорья, равнины, низменности).

Мезорельеф — средние формы рельефа, выпуклые и вогнутые, размещающиеся на элементах макрорельефа (холмы, гряды, котловины, долины мелких рек).

Микрорельеф — мелкие формы рельефа, как бы его детали, образующиеся на элементах макро- и мезорельефа. Это такие микроповышения и понижения, высотные отметки которых лежат в пределах всего нескольких сантиметров, редко десятков сантиметров, а горизонтальная протяженность измеряется метрами, редко десятками метров (бугорки, западинки, валики, бороздки, кочки, блюдца и др.). В мелиоративном отношении в более благоприятном положении находятся повышенные элементы мезорельефа (крупные повышения, холмы, гряды) и в менее благоприятном — пониженные элементы (различного рода понижения, котловины).

Макро- и мезоповышения местности, с более легкими по механическому составу почвами и выраженным местным оттоком грунтовых вод, характеризуются более глубоким залеганием их уровня и меньшей энергией их испарения. Поэтому такие местности менее подвержены засолению, чем пониженные части территории, где подпитывание почвы капиллярными токами засоленных грунтовых вод будет выражено значительно сильнее.

Своеобразные и при том различные условия в отношении солевого режима почвы и распределения солей создаются под влиянием микрорельефа поверхности земли.

Микропонижения являются местами стока поверхностных вод с микроповышений. Поэтому они находятся под влиянием повышенного увлажнения почвы. Если водопроницаемость почвы удовлетворительна, то места микропонижений будут лучше промыты от солей, чем места микроповышений. Последние обычно имеют повышенное содержание солей, при котором культурные растения угнетаются или же выпадают.

Если почва орошаемого поля не засолена, то при подъеме засоленных грунтовых вод в первую очередь засоляются бугорки.

(микроповышения). При этом образуется пятнистое засоление. Оно обусловлено тем, что на микроповышениях создается преобладание восходящего тока воды (испарения), в то время как на микропонижениях преобладает нисходящий ток воды.

При наличии в стекающей воде повышенных количеств натриевых солей наряду с рассолением почвы микропонижений может одновременно идти и процесс осолонцевания ее. При этом физические свойства почвы сильно ухудшаются.

При плохой водопроницаемости почвы стекающие в микропонижения воды будут больше испаряться, чем просачиваться в грунт. В результате на этих местах могут постепенно образоваться солончаковые пятна.

Устранение на поверхности земли как микроповышений, так и микропонижений имеет важное значение в создании благоприятного для растений водного и солевого режимов почвы. С этой целью должны вестись работы по планировке (выравниванию) поверхности полей.

3. Гидрогеологические (мелиоративные) зоны.

Влияние природных условий на мелиоративное состояние земель

В пределах орошаемых территорий по направлению от крупных водоразделов до подошвы склонов и далее до реки могут быть выделены, в зависимости от геологического строения местности и комплекса природных условий, различные гидрогеологические (мелиоративные) зоны.

Природные их условия, особенно условия глубины залегания и движения грунтовых вод имеют существенные различия, что сильно влияет на направление почвообразовательных процессов и мелиоративное состояние орошаемых земель.

Первая гидрогеологическая зона — зона погружения поверхностных вод. Она охватывает верхние части конусов выноса рек и всей водосборной площади. Это сравнительно высокие предгорные земли, с большими уклонами местности, с нежарким климатом. Атмосферных осадков выпадает много (400—600 мм в год и больше).

Верхний слой мелкозема (суглинки, глины) небольшой мощности, иногда не больше 1,5—2 м. Мелкоземистый слой зачастую содержит значительные примеси песка, гравия и гальки. Это создает повышенную водопроницаемость почвенного покрова. Ниже его, близко к поверхности земли, залегает большая толща (десятки, а иногда и сотни метров) хорошо водопроницаемого материала (галечник, гравий). Покоится эта толща на относительно водонепроницаемой породе (рис. 4).

Большие уклоны местности и близкое залегание большой толщи галечника на водоупоре обуславливают большие скорости течения грунтового потока (сотни, а иногда и тысячи мет-

ров в сутки). Грунтовые воды ненапорные, залегают обычно глубоко (до 10—30 м и больше). При высокой проточности грунтовых вод накопления солей в них не происходит. Грунтовые воды поэтому здесь пресные (содержание солей большей частью не превышает 0,25 г/л).

Благодаря хорошей природной дренированности местности потери воды на фильтрацию из русел рек и оросительных каналов, а также инфильтрации дождевых и оросительных вод на полях не вызывают в этой зоне сколько-нибудь значительного поднятия зеркал грунтовых вод. Не накапливаются и воднорастворимые соли в почвогрунтах. При наличии больших уклонов, высокой водопроницаемости грунтов и хорошей проточности подземных вод все эти соли с поверхностной или с грунтовой водой выносятся в нижерасположенные гидрогеологические зоны. Вследствие этого первая зона является всегда мелиоративно благополучной. Засоленных и заболоченных земель, при любых условиях водопользования и коэффициента земельного использования, здесь никогда не бывает.

Вторая гидрогеологическая зона — зона выклинивания грунтовых вод. Она окаймляет первую зону сравнительно узкой полосой, располагаясь по периферийным частям конусов выноса рек.

По сравнению с первой зоной уклоны местности здесь значительно меньше. Климат более жаркий, величина испарения выше.



Рис. 4. Гидрогеологические зоны земель системы р. Сох (А — план; Б — в разрез)

мистый слой более мощный, при этом грунты более мелких по величине фракций. Пролуэмистые отложения подстилаются мелким га. Залегают они на бóльшей глубине, чем в пер-

оны, при более глинистом механическом состаовливают здесь значительно меньшие скорости го потока (десятки, иногда сотни метров в сутние движению воды, оказываемое мелкоземисет здесь условия подпора грунтовых вод. Поже не свободна, а находится под некоторым твие этого грунтовые воды поднимаются близко мли (0,5—2 м, иногда глубже) или же выклинихность в виде родников (кара-су). Это зона так овых глинистых и суглинистых почв с близким товых вод.

оды в зоне выклинивания, вследствие относиих проточности, пресные (содержание солей в 4 г/л). В связи с этим почвы зоны также неза-

местах, где отмечается застой или замедленное овых вод, степень минерализации грунтовых вод кание солей до 1—1,5 г/л). В таких местах почбо засолены. Засоление почв карбонатно-магниеульфатное.

нивания, ниже поверхности грунтовых вод, часводонепроницаемые, плотные отложения карбо- CaCO_3) с большой примесью железистых соедиодержится больше 60—70%. Мощность этих сантиметров до нескольких дециметров. В Узназываются — ш о х, в Киргизии — к а м п ы ртятся отложения под названием а р з ы к, предой скопления гипса (CaSO_4), извести (CaCO_3) и преобладанием в них гипса (до 60—90%).

выклинивания пресных грунтовых вод представнезасоленных, но во многих местах подверженнию почв. При заболачивании же сельскохозяйды угнетаются и плохо растут из-за избытка ка воздуха в почве. Поэтому на таких почвахение в той или иной мере осушительных мелно-

еологическая зона — зона расселения грунтовых вод. Это наиболее обширная приуроченная к сухим дельтам небольших рек Шахмардана, Мургаба и др.), к среднему и крупным рек (Амударья, Сырдарья, Чу, Или большей части равнинных пустынь (Каракумы,

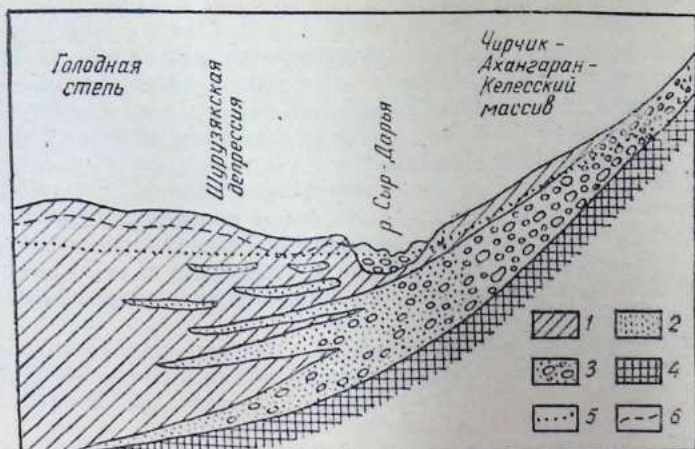


Рис. 5. Схема гидрогеологического строения и уровня залегания грунтовых вод Голодной степи (по А. Г. Владимирову):

1 — суглинисто-глинистая толща; 2 — пески; 3 — галечники; 4 — коренные породы; 5 — зеркало грунтовых вод до орошения; 6 — зеркало грунтовых вод, установившееся в результате орошения

В этой зоне обычно жаркий и сухой климат, большое испарение. Атмосферных осадков выпадает от 80—100 до 200—300 мм в год. Испаряемость (со свободной водной поверхностью) — до 1500—2000 мм в год и больше.

Уклоны поверхности земли, водоносных и водоупорных горизонтов, а также поверхности грунтовых вод незначительные (большой частью в пределах 0,0002—0,001). Верхняя толща мелкозема простирается на большую глубину. Почвогрунты, по сравнению с первой и второй зонами, представлены более мелкими механическими фракциями и обычно характеризуются большой водоподъемной (капиллярной) способностью. Дрезирующие слои (галечник, гравий, песок) либо отсутствуют, либо залегают на большой глубине (15—30 м и больше) (рис. 5).

Скорости движения верхних слоев грунтовых вод в целом по зоне крайне незначительны (в большинстве случаев доли метра в год). Поэтому верхняя толща грунтовых вод представляет здесь обычно почти бессточный бассейн. Однако верхние и нижние слои грунтовых вод не изолированы друг от друга и между ними постоянно происходит вертикальный водообмен. Верхние слои воды, при относительно близком залегании их к поверхности земли, расходятся на испарение и транспирацию и пополняются за счет притока грунтовой воды из нижних ее слоев. Это пополнение происходит интенсивно, если нижние

слои грунтовых вод находятся под напором и напор этот увеличивается.

На орошаемых землях грунтовые воды залегают чаще на глубине 1—3 м, на неорошаемых (перелogi, залежь, целина) — на глубине до 5—10 м и больше. В отдельных понижениях грунтовые воды могут выклиниваться на поверхность, где образуются заболоченные места.

Поступающие в третью гидрогеологическую зону подземные и фильтрационные поверхностные воды пополняют грунтовые воды. Последние, на большой площади расходуется на испарение и транспирацию, и как бы рассеиваются в пространстве. Отсюда и название зоны — зона рассеивания (испарения) грунтовых вод.

Грунтовые воды зоны засолены. Степень минерализации их на орошаемых землях обычно колеблется от 2—3 до 8—10 г/л, на неорошаемых минерализация возрастает до 50—100 г/л (плотного остатка) и больше.

Постепенное засоление грунтовых вод этой зоны произошло в течение длительного геологического периода под влиянием, с одной стороны, непрерывного поступления солей в грунтовые воды из вышерасположенных гидрогеологических зон, с другой стороны, под влиянием испарения этих грунтовых вод, в процессе которого концентрация солей в них постепенно увеличивалась.

Совместное действие указанных выше природных факторов неблагоприятно влияло на мелиоративное состояние земель зоны. В условиях жаркого климата и хорошо выраженных капиллярных (водоподъемных) свойств и хорошо выраженных капиллярных (водоподъемных) свойств почв, при высоком (1—3 м) залегании засоленных, непроточных грунтовых вод происходит интенсивное расходование их на испарение. Вода испаряется, а соли, постепенно накапливаясь, засоляют почву. Вследствие этого третья гидрогеологическая зона, по своим природным условиям, является зоной засоленных или же подверженных засолению земель. Однако процессы засоления здесь земель, при проведении необходимых мелиоративных мероприятий, могут быть подавлены, засоленные же почвы могут быть рассолены и окультурены.

Четвертая гидрогеологическая зона — пойменная. Она охватывает почвы речных пойм, сформировавшиеся на аллювиальных отложениях пойменных террас речных долин. Эти отложения характеризуются различным чередованием грубых крупнозернистых и тонких иловатых наносов. Ежегодное или периодическое затопление пойм паводковой водой сопровождается отложением на поверхности их более или менее значительного слоя наносов.

К пойменной зоне относят также затопляемые дельтовые части крупных рек.

Почвы речных пойм обычно пестры по механическому со-

ставу — от глинистых и тяжелосуглинистых до супесчаных. Подстилающими породами являются супеси, пески, галечник.

При наличии пресных грунтовых вод почвогрунты поймы также незасолены, но во многих местах нуждаются в мерах по ликвидации заболачивания (пойменные земли по рекам Чирчик, Ангрен, Зеравшан, Карадарья).

В поймах, подверженных засолению, грунтовые воды имеют повышенную минерализацию. Однако здесь, в связи с частыми затоплениями и относительно большими скоростями грунтового потока, направленного от реки во время половодья и к реке в меженный период, верхние слои грунтовых вод и почвы в общем менее засолены, чем в зоне рассеивания грунтовых вод.

При затоплении поймы инфильтрация воды обуславливает периодическое промывание пойменных почв от солей. Несмотря на это в местах интенсивного испарения воды соли могут накапливаться значительно. В таких случаях здесь образуются лугово-солончаковые почвы.

Пойменные почвы в определенной мере находятся под дренующим действием подстилающих их песков, галечника, а также русла реки в меженный период. Тем не менее мелиорация значительной части засоленных пойменных почв зачастую затруднена из-за высокого залегания грунтовых вод, повышенной их минерализации и подпора этих вод водами реки (например, в Голодной степи по левому берегу Сырдарьи). В связи с этим, для освоения таких почв во многих случаях требуются мероприятия по усилению их дренированности, проведению промывок и опреснению грунтовых вод.

4. Влияние ирригационно-хозяйственных условий на мелиоративное состояние земель

В условиях поливного земледелия часты случаи, когда незасоленные в исходном состоянии почвы, при освоении и орошении их без профилактических мелиоративных мероприятий засоляются и становятся непригодными к сельскохозяйственному использованию. Это явления так называемого вторичного засоления почв.

В отличие от первичного засоления, когда почвы по природным условиям уже являются засоленными, вторичное засоление происходит вследствие резкого нарушения при орошении ранее существовавшего режима грунтовых вод и водного режима почвы. При этом почвы засоляются обычно за счет солевых запасов (хотя бы небольших) в более глубоких слоях почвогрунта или в грунтовой воде.

Большей частью это происходит в связи с общим подъемом грунтовых вод при орошении. Высокое к поверхности земли залегание минерализованных грунтовых вод (обычно 1—3 м) и является при этом непосредственным источником засоления

почв. При расходовании влаги на испарение из почвы и транспирацию растениями происходит капиллярное восходящее движение грунтовых вод и засоление почвы.

Приведем данные о содержании и распределении солей в целинной почве до орошения на одном из участков северо-западной части Голодной степи (табл. 1).

Таблица 1

Содержание воднорастворимых солей в почве

Глубина, м	В водной вытяжке содержится, %		
	сухого остатка	хлора (Cl)	серной кислоты (SO ₄)
1	0,113	0,004	0,210
3	1,024	0,009	0,662
5	0,964	0,008	0,597
7	0,500	0,010	0,304
10,7	0,604	0,026	0,349
12,5	0,504	0,040	0,272
14,8	0,560	0,086	0,296
16,3	0,825	0,040	0,547

Данные характеризуют первичное засоление неорошаемого целинного участка степи. Верхний метровый слой почвогрунта здесь незасолен, нижерасположенные слои засолены в слабой степени. Несмотря на малое содержание солей, большая их часть с капиллярными токами поднятых орошением минерализованных грунтовых вод, может быть вынесена в верхние слои и горизонты почвы, вызвав ее сильное вторичное осолонение.

Интенсивность испарения грунтовых вод и процесс солеотложения как в грунтовых водах, так и в почвах, возрастают с приближением уровня грунтовых вод к поверхности земли (рис. 6).



Рис. 6. Зависимость интенсивности испарения грунтовых вод от глубины их залегания (по В. А. Ковда):

1 — Барабя; 2 — Бухара; 3 — Голодная степь

Чем выше залегание грунтовых вод, больше их минерализация и солевые запасы в грунтах (над уровнем грунтовых вод), тем скорее и сильнее засоляется почва. Иногда верхние горизонты почвы засоляются за счет солевых запасов более глубоких слоев почвогрунта без участия грунтовых вод. Такой путь засоления почв при орошении возможен, если грунтовые воды залегают глубоко, но под верхними незасоленными горизонтами

почвы (например, на глубинах 30—100 см от поверхности) содержатся воднорастворимые соли. В данном случае постепенное засоление поверхностных горизонтов почвы происходит в силу восходящего движения солевых растворов по капиллярам при испарении влаги из почвы. Капилляры же почвы обычно имеют переменный диаметр (рис. 7) и растворы по ним, особенно при неоднородном сложении грунта, передвигаются в большинстве случаев довольно энергично.

На орошаемых землях возможны случаи засоления почв за счет засоленных оросительных вод. В практике орошения такие случаи встречаются, если орошение водой повышенной минерализации (3—4 г/л и больше) осуществляется на недостаточно дренированных землях малыми поливными нормами.

Однако наиболее часто вторично почвы засоляются в связи с общим подъемом уровня залегания грунтовых вод при орошении.

В условиях орошаемого хозяйства главными источниками питания грунтовых вод, вызывающими их подъем, являются: фильтрационные потери воды из оросительных каналов; избыточные нормы поливов на полях (превышающие влагоудерживающую способность почвы); подтапливающее влияние рисовых посевов при плохой работе дренажа; сбросы на пустыри и в дрены; приток грунтовых вод извне (с соседних, вышерасположенных орошаемых массивов, а также водохранилищ). Во влажные годы, главным образом в зимне-осенний период, на пополнение грунтовых вод заметно влияют и атмосферные осадки.

Если оросительные каналы построены в виде обычных земляных русел, потери из них воды на фильтрацию (через дно

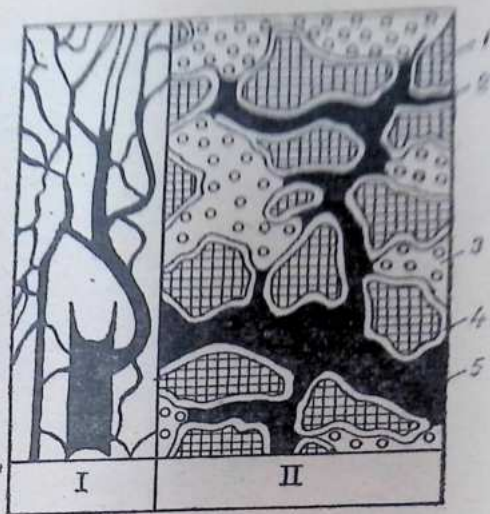


Рис. 7. Сеть крупных и мелких капилляров почвы (по Н. А. Качинскому):

I — схема капилляров; II — схема почвенных частиц (крупные капилляры, заполненные водой, питают мелкие капилляры);

— почвенная частица; 2 — тонкие капилляры; 3 — зона крупных пор, лишенная капиллярной воды; 4 — вода, связанная почвой; 5 — зона крупных пор, заполненная водой

и откосы каналов) могут быть весьма большими (до 20—40%, а иногда и больше общего водозабора). Количественные показатели этих потерь на единицу площади составляют значительные величины. Так, при оросительной норме брутто (общий водозабор) 9000 м³/га, а нетто (на самих полях) 5600 м³/га, то есть при коэффициенте полезного действия (к.п.д.) оросительной сети 62,2% потери воды на каждый гектар орошаемой площади равны 3400 м³/га. Орошаются же десятки и сотни тысяч гектаров земли.

Приведем пример возможного подъема грунтовых вод под влиянием фильтрационных вод. Если общее количество последних 3800 м³/га (380 мм в год), порозность грунта (от его объема) — 48%, а влажность грунта, соответствующая полевой его влагоемкости (в объемном выражении) — 23%, то свободная его порозность будет равна 48—23=25% объема почвогрунта. При этих условиях высота подъема грунтовых вод составит:

$$\frac{380 \cdot 100}{25} = 1520 \text{ мм} = 1,52 \text{ м.}$$

Также, а зачастую и большие величины подъема грунтовых вод в первые годы освоения и орошения земель нередко и наблюдались в практике. Так, в совхозе «Пахта-Арал», при большой фильтрации воды из каналов в земляных руслах и избыточных нормах орошения, грунтовые воды в первый же год освоения с глубины 9,6 м (до орошения) поднялись в 1925 г. до 5,2 м, в 1926 г. — до 4,0 м, в 1931 г. — до 2,1 м. Таким образом, подъем грунтовых вод в первый год орошения составил 4,4 м, во второй — 1,2 м и в последующие пять лет — в среднем 0,38 м.

На большей части осваиваемых земель грунтовые воды поднимались на ту высоту, при которой уже начиналось засоление. Первые признаки его — легкие выцветы солей на забугрениях, вначале не казались опасными. Когда же засолением были охвачены большие площади, потребовались уже серьезные меры борьбы с ним. Так было в совхозах «Пахта-Арал», «Малик», «Баяут» (№ 1, 2, 3) и многих других хозяйствах.

Потери воды на просачивание в грунт вызывают подъем грунтовых вод не только на орошаемой, но и на соседней неорошаемой площади.

Общие потери воды, обусловленные недостатками водопользования и технического состояния оросительной сети, зависят и от коэффициента земельного использования (КЗИ) территории. Чем больше орошаемая площадь нетто по отношению к общей орошаемой площади брутто хозяйства (района), то есть, чем больше КЗИ, тем больше как суммарные, так и удельные (на 1 га площади) потери воды.

Наряду с факторами, вызывающими подъем грунтовых вод, в орошаемом хозяйстве оказывают влияние и факторы, обус-

ловливающие понижение их
ются: расход грунтовых вод
от глубины залегания грунто
сти почвы, состояния влаги
мени года и др.; расход воды
(при относительно высоком
грунтовых вод коллекторно-
грунтовых вод.

Установлена зависимость
ции от глубины залегания грунто
ских суглинках максимальная
которой прекращается их расх
спирацию, составляет 3 м, в

Наибольшее расходование
и транспирацию происходит в
ход убывает, со второй полови
сутствует, а с марта вновь

Сильно воздействуют на по
и улучшение мелиоративного
венные и агро-мелиоративные
максимальное сокращение поте
ное уменьшение испарения вла
зование грунтовых вод древе
культурами.

При плановом проведении
с потерями воды, максимальному
почвы, применению биологичес
иерного дренажа, промывок поч
ние природных факторов может
полностью исключено. Почвы
сельскохозяйственных культур
же мелиоративных мероприятий
прогрессировать, вызывая знач
почв и урожаев культур.

Для подтверждения этого мож
опыта производства некоторых
В Гулистанском и Сырдарьинск
в 1960—1962 гг. из-за неудовл
торно-дренажной сети, привед
ных грунтовых вод (в летний пе
сти земли), резко усилилось за
сильнее изреживались посевы,
полях засоленных пятен, ухудш
В результате урожайность с
уклонно снижалась.

Так, в Гулистанском районе
ни Ленина урожай хлопка с 1954
в три раза (табл. 2).

Уменьшение расхода грунтовых вод
зависит от глубины залегания грунто
сти почвы, состояния влаги в почве
мени года и др.; расход воды
(при относительно высоком уровне
грунтовых вод коллекторно-дренаж
грунтовых вод.

Установлена зависимость расхода
ции от глубины залегания грунто
ских суглинках максимальная
которой прекращается их расход
спирацию, составляет 3 м, в летний
Наибольшее расходование грунто
и транспирацию происходит в летний
ход убывает, со второй половины
сутствует, а с марта вновь увеличивается
Сильно воздействуют на понижение
и улучшение мелиоративного состояния
венные и агро-мелиоративные мероприятия
максимальное сокращение потерь из почвы
ное уменьшение испарения влаги из почвы
зование грунтовых вод древесной системы
культурами.

При плановом проведении мероприятий
с потерями воды, максимальному снижению
почвы, применению биологического (лесовод
иерного дренажа, промывок почв и др. ве
ние природных факторов может быть сильно
полностью исключено. Почвы будут расти
сельскохозяйственных культур возрастет
же мелиоративных мероприятий засоление
прогрессировать, вызывая значительное
почв и урожаев культур.

Для подтверждения этого можно привести
опыта производства некоторых районов
В Гулистанском и Сырдарьинском районах
в 1960—1962 гг. из-за неудовлетворительной
торно-дренажной сети, приведшей к подъему
ных грунтовых вод (в летний период до 1—1,5 м
сти земли), резко усилилось засоление почв. Год
сильнее изреживались посевы, все больше
полях засоленных пятен, ухудшались рост и
В результате урожайность сельскохозяйственных
уклонно снижалась.

Так, в Гулистанском районе по колхозам
ни Ленина урожай хлопка с 1954 по 1962 год
в три раза (табл. 2).

Таблица 2

Урожай хлопка в колхозах Гулистанского района

Колхоз	Урожай хлопка, ц/га			
	1954 г.	1960 г.	1961 г.	1962 г.
Коммуна* Им. Ленина	23,3	18,5	16,8	8,8
	30,7	20,5	16,4	10,0

Для улучшения мелиоративного состояния земель потребовалось затратить много труда и средств. В последующие годы была налажена работа коллекторно-дренажной сети, что улучшило мелиоративное состояние земель за счет снижения уровня минерализованных грунтовых вод и подобного катастрофического снижения урожая не наблюдалось. Данные табл. 2 очень показательны и поучительны и практические работники не должны допускать нарушений в работе мелиоративных устройств.

В ряде районов (Баяутский, Каршинский и др.), в связи с освоением новых земель происходило ухудшение мелиоративного состояния частей земель. Оно вызывалось недостаточным выполнением работ по развитию и усилению действия дренажа, неспланированностью многих орошаемых полей, проведением промывных поливов в поздние весенние сроки, недостаточным осуществлением лесонасаждений (биологического дренажа), освоения севооборота с посевами люцерны и др.

В связи с этим, при слабой работе дренажа, в отдельные годы в ряде хозяйств урожайность хлопчатника снижалась до 15—18 ц/га и ниже, а в отдельных бригадах — до 9—11 ц/га.

Имеется много примеров иного порядка, когда в результате комплексного осуществления различных мелиоративных мероприятий на подверженных засолению землях достигалось быстрое повышение плодородия почв и урожайности сельскохозяйственных культур.

Наиболее показателен в этом отношении передовой опыт колхозов Хорезмской области.

В прошлом (1940—1950 гг.), в условиях неупорядоченного избыточного водопользования и слабо развитой коллекторно-дренажной сети (8—12 пог. м на 1 га), при высоком залегании минерализованных грунтовых вод (среднегодовой уровень 1,3—1,6 м, при содержании солей 6—7 г на 1 л) орошаемые земли области засолялись и заболачивались, колхозы получали низкие урожаи хлопка (10—16 ц/га).

В последующие годы упорный труд мелиораторов и хлопководов области по развитию и усилению действия дренажной сети, по планировке полей, высококачественной промывке почв от солей обеспечил значительное рассоление и окультуривание почв, опреснение грунтовых вод.

Все это, при высококачественной агротехнике, явилось хорошей основой для получения высоких, все возрастающих урожаев хлопка. Уже в 1960 г. область по урожайности хлопка заняла первое место среди хлопкосеющих областей страны. В дальнейшем успехи хлопкоробов Хорезма все более возрастали (табл. 3).

Таблица 3

Урожайность и валовой сбор хлопка-сырца по Хорезмской области

Год	Площадь хлопчатника, тыс. га	Урожайность, ц/га	Валовой сбор, тыс. т
1940	79,0	10,6	83,7
1950	96,6	16,1	155,4
1955	97,6	17,2	167,5
1960	98,3	26,7	265,4
1965	101,0	34,9	352,5
1971	108,0	38,5	415,8
1975	107,4	38,8	416,2
1976	103,7	36,5	378,5
1977	104,2	40,9	426,2

В области есть много бригад, которые в последние годы систематически получают урожаи хлопка выше 40—45 ц/га. Примеры высоких урожаев хлопка и другой сельскохозяйственной продукции на землях, подверженных засолению, показывают многие передовые хозяйства республики. Так, в 1973, 1975, 1977 гг. многие хозяйства получили такие урожаи хлопка-сырца (табл. 4).

Таблица 4

Площадь посева и урожайность хлопчатника в передовых хозяйствах

Хозяйство	Район	1973 г.		1975 г.		1977 г.	
		площадь хлопчатника, га	урожай хлопка, ц/га	площадь хлопчатника, га	урожай хлопка, ц/га	площадь хлопчатника, га	урожай хлопка, ц/га
Совхоз „Малик“	Сырдарьинский	2863	33,3	2808	30,0	2800	33,7
„Бешарык“	Кировский	5250	34,0	5185	32,6	5140	33,9
Им. Горького	Амударьинский	4250	31,1	4250	37,6	4310	42,5
„Гулистан“	Гурленский	932	31,6	932	35,4	—	—
Колхоз „Ленинград“	Сырдарьинский	1759	35,3	1664	39,7	1650	44,6
„Москва“	Кировский	1230	36,7	1241	38,0	1241	44,3
„Октябрь“	Каракульский	1634	28,2	1747	30,8	1700	33,5
Им. Кирова	Янгиярский	963	42,2	980	42,4	970	44,5

Высокие урожаи хлопка-сырца, получаемые в этих и многих других хозяйствах, обусловлены не только высококачественной своевременной агротехникой, но и комплексным проведением различных мелиоративных мероприятий.

Глава II

ЗАСОЛЕННЫЕ ПОЧВЫ, ИХ ТИПЫ И РАЗНОВИДНОСТИ, КЛАССИФИКАЦИЯ И СВОЙСТВА

Засоленными называют почвы, содержащие в поверхностных или более глубоких горизонтах значительное количество легкорастворимых в воде минеральных солей. В практике к засоленным относят все почвы, в которых легкорастворимые соли содержатся в количествах, вредных нормальному развитию сельскохозяйственных растений.

Засоленные почвы имеют большое распространение в зоне сухих степей, полупустынь и пустынь, как на территории СССР, так и за рубежом. За рубежом много засоленных земель в Индии, Пакистане, Иране, на Ближнем Востоке, в США и других странах.

Засоленные почвы подразделяют на две большие группы (два типа): 1) солончаки и солончаковые почвы; 2) солонцы и солонцеватые почвы. К особому типу почвообразования относятся «такыровые» почвы.

1. Солончаки и солончаковые почвы

Солончаками называют почвы с очень большим содержанием воднорастворимых солей с самой поверхности, при котором культурная растительность не может развиваться. Количество солей в верхних горизонтах солончаков превышает обычно 1—2%, достигая иногда 10—20% и больше.

Солончаковыми обозначают почвы с меньшим содержанием солей (до 0,8—1%), при солевых аккумуляциях в верхних горизонтах (0—30 см), а солончаковыми — почвы с содержанием солей 0,3—0,8%, главным образом в средней и нижней части профиля (30—100 см). При содержании солей 0,3—0,8% начинается обычно явное угнетение сельскохозяйственных растений (рис. 8).

Почвы с содержанием воднорастворимых солей меньше 0,3% относят к незасоленным.

Соли засоленных почв представляют собой простые воднорастворимые соли — электролиты*. Такими солями являются главным образом хлористые и сернокислые соли натрия.

* Соли так же, как кислоты и щелочи, в растворе хорошо проводят электрический ток. Поэтому их называют электролитами. При растворении солей в воде происходит распадение электролитов на ионы (положительно заряженные — катионы, отрицательно заряженные — анионы).

Почвенный поглощающий комплекс засоленных почв солончаковой группы характеризуется незначительным содержанием поглощенного натрия (меньше 3—5% суммы поглощенных катионов). Реакция почвенного раствора обычно слабощелочная (рН 7,3—7,8).

Солончаковые и солончаковатые орошаемые почвы большей частью имеют достаточно благоприятные агрофизические свойства, удовлетворительную водопроницаемость, сравнительно легко освобождаются от солей, хорошо поддаются механической обработке. Вместе с тем они отличаются обыч-

но хорошо выраженными капиллярными свойствами. Это обуславливает их способность энергично перемещать по капиллярам солевые растворы от грунтовых вод к верхним горизонтам почвы.

По своему генезису засоленные орошаемые почвы относятся к различным типам: сероземным, лугово-сероземным, луговым, болотно-луговым (сероземного пояса и пустынь), такырным, лугово-такырным и др.

Механический состав почв разнообразен (от глинистых и тяжелосуглинистых до легкосуглинистых и супесей). Преобладают почвы средне- и тяжелосуглинистые.

По агрегатному (в частности, микроагрегатному) составу почвы также могут иметь существенные различия.

По строению вертикального профиля почвогрунты достаточно однородны, но встречаются и с неоднородным, либо слоистым строением (с наличием отдельных глинистых, песчаных или гипсовых прослоек и слоев), с различными по механическому составу подстилающими отложениями.

Указанные особенности существенно влияют на водно-физические свойства почв, в частности на водоподъемную и фильтрационную их способность.

По имеющимся данным агрофизические свойства засоленных орошаемых почв при отсутствии в них скоплений карбонатов и гипса характеризуются большей частью величинами, приведенными в табл. 5.

Производительная способность засоленных орошаемых почв зависит от характера почвообразующих пород, типа почвы, дав-



Рис. 8. Солончаковая почва (выцветы солей на грядах)

Агрофизические свойства почв

Механический состав	Слой 0 — 100 см			
	удельный вес, г/см ³	объемный вес, г/см ³	порозность (от объема), %	полевая влагемкость (от массы), %
Глины	2,64—2,68	1,44—1,50	43—46	24—26
Тяжелые суглинки	2,62—2,66	1,39—1,44	45—48	22—24
Средние .	2,60—2,65	1,35—1,39	47—49	20—22
Легкие .	2,63—2,67	1,30—1,35	49—51	17—20
Супеси .	2,65—2,68	1,25—1,30	51—53	14—17

ности орошения, степени засоленности, а также от комплекса применяемых на них агротехнических и мелиоративных мероприятий.

Характер почвообразующих пород (лессы, аллювиальные, пролювиальные и другие отложения), тип почвы, давность освоения и степень окультуренности в значительной мере определяют водно-физические свойства и биологическую активность почв, богатство их питательными веществами, а следовательно, и плодородие почв.

В СССР солончаковые почвы распространены главным образом в Среднеазиатских республиках, в Закавказье, на Юго-Востоке Европейской части страны, в степных и полустепных районах Сибири.

В Узбекистане много засоленных солончаковых почв в районах Голодной степи, в Ферганской долине, в Каршинской степи, в Сурхандарьинской, Бухарской, Хорезмской областях, Каракалпакской АССР.

В Таджикистане засоленные почвы распространены главным образом в долине р. Вахша, в Киргизии — в долине и пойме р. Чу, в Туркмении — по среднему и нижнему течению р. Амударьи (Чарджоуский и Ташаузский оазисы), в долине р. Мургаба, в зоне Каракумского канала и других районах.

Засоленные почвы солончаковой группы классифицируют по генетическому признаку, морфологическому строению. Подразделяют их также по глубине залегания солевых горизонтов, степени и характеру засоления.

По генезису в пустынной зоне и в поясе сероземов различают солончаки: типичные (с глубоким залеганием грунтовых вод), луговые и болотные.

Химическую природу солончака в значительной мере характеризуют морфологические признаки. По этим признакам и внешнему виду выделяют:

мокрые солончаки. Поверхность их плотная, сырая, часто темного цвета. В сухое время на поверхности образуется

стекловидная корка солей. Под коркой слой сильно увлажненной почвы. Это обусловлено как близким залеганием грунтовых вод, так и значительным наличием гигроскопических солей — хлористого кальция (CaCl_2), магниевых солей (MgCl_2 , MgSO_4).

корковые солончаки также характеризуются высоким уровнем залегания грунтовых вод. На поверхности имеют скрепленную солями корку, покрытую белыми выцветами хлористых и сернокислых солей;

пухлые солончаки (кебиры). Поверхностный горизонт здесь представляет рыхлую пушистую массу, проваливающуюся под ногой. Такой горизонт образуется при большом содержании в нем сернокислого натрия, который, кристаллизуясь с большим количеством частиц воды (в форме $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$), иссушает и механически разрыхляет почву;

черные (содовые) солончаки. Отличаются темным цветом своей поверхности. После дождей или полива на ней образуются лужи темной жидкости, которая не впитывается в почву. Это связано с присутствием в почве соды (Na_2CO_3), которая растворяет гумус почвы и делает темным цвет растворов. Сода также распыляет (диспергирует) почву и делает ее почти водонепроницаемой.

По анионам солей солончаки подразделяют на хлоридные, сульфатные и карбонатные (содовые).

По катионам солей различают солончаки: натриевые, магниевые и кальциевые.

По степени засоления и глубине залегания солевых горизонтов (при содержании воднорастворимых солей не менее 0,3% веса почвы) различают следующие группы почв (А. Н. Розанов):

- 1) незасоленные (*чучуган-ер**) — воднорастворимых солей (больше 0,3%) и гипса нет до глубины 150—200 см;
- 2) слабосолончаковатые (*аз-шурляган*) — соли появляются на глубине 80—120 см. Гипс на глубине не выше 120—150 см;
- 3) солончаковатые (*уртача-шурляган*) — солевые выделения в повышенном количестве на глубине 30—80 см. Гипсовые горизонты на глубине 120—150 см и выше;
- 4) солончаковые (*коп-шурляган*) — выделения солей в большом количестве, начиная от 5—30 см глубины;
- 5) солончаки (*шур*) — соли в очень большом количестве (свыше 1%), начиная с самого верхнего горизонта.

Ниже, в табл. 6 приведены данные, характеризующие содержание воднорастворимых солей в почвах различной степени засоления.

Засоленные солончаковые почвы подразделяют также по характеру (типу) засоления. По этому признаку, вычисляя со-

* В скобках отмечены часто встречающиеся местные узбекские названия.

Таблица 6

Содержание солей в почвах
(А. Н. Розанов, совхоз „Пахта-Арал“, Голодная степь)

Глубина, см	В весовых процентах			Глубина, см	В весовых процентах		
	сухой остаток*	Cl	SO ₄		сухой остаток	Cl	SO ₄
1. Незасоленные почвы				2. Слабосолончаковатые почвы			
0—5	0,076	следы	0,008	0—10	0,146	0,006	0,042
40—50	0,072	0,004	0,010	45—55	0,102	0,004	0,020
100—110	0,098	0,004	0,016	120—125	0,292	0,004	0,132
3. Солончаковатые почвы				4. Солончаковые почвы			
0—17	0,208	0,014	0,085	0—15	0,804	0,149	0,061
47—57	0,302	0,018	0,158	42—52	0,572	0,028	0,294
120—130	0,272	0,018	0,127	100—110	0,416	0,018	0,225
5. Солончаки							
0—16	2,292	0,385	1,130				
45—55	0,900	0,193	0,399				
100—110	0,724	0,108	0,342				

отношение (в миллиэквивалентах)** различных анионов, а также катионов солей, почвы делят на следующие группы (табл. 7).

При большей подвижности воднорастворимых солей площади засоленных орошаемых почв динамичны. В зависимости от

Таблица 7

Типы засоления почв (Ю. П. Лебедев)

По анионам				По катионам			
Cl SO ₄	SO ₄ Cl	HCO ₃ Cl+SO ₄	Тип засоления	Na+K Ca+Mg	Ca+Mg Na+K	Mg Ca	Тип засоления
> 2	< 0,5	—	Хлоридный	> 2	< 0,5	—	Натриевый
1—2	0,5—1	—	Сульфатно-хлоридный	1—2	0,5—1	> 1	Магниево-натриевый
0,2—1	1—5	—	Хлоридно-сульфатный	1—2	0,5—1	< 1	Кальциево-натриевый
< 0,2	> 5	—	Сульфатный	< 1	> 1	> 1	Кальциево-магниевый
< 0,2	> 5	> 1	Карбонатно-сульфатный	< 1	> 1	< 1	Магниево-кальциевый

* Сухой (плотный) остаток показывает сумму воднорастворимых минеральных и органических соединений почвы. Ионы Cl и SO₄ показывают содержание в почве хлористых и сернокислых солей (после соответствующего расчета).

** Определение соотношения ионов не в весовых процентах, а в миллиэквивалентах (м/экв) необходимо потому, что химические вещества и отдельные ионы вступают во взаимодействие в эквивалентных количествах. Переводом в эквиваленты все ионы приводятся как бы к общему знаменателю.

природных и хозяйственных условий они могут в относительно короткие сроки увеличиваться или уменьшаться, при одновременном усилении или ослаблении степени засоленности почв.

Характер, особенности и свойства тех или иных засоленных почв, степень их засоления и состав солей должны учитываться при определении мероприятий по их мелиорации.

2. Определение степени засоления почвы

Большое значение для мелиоративной практики имеет определение степени засоления почвы.

Содержание воднорастворимых солей в почве и степень ее засоления определяют по результатам лабораторного химического анализа почв (данные анализа водных вытяжек).

В водной вытяжке обычно определяют: 1) реакцию почвенного раствора (рН), 2) щелочность почвы (от нормальных карбонатов и общую щелочность), 3) хлор-ион, 4) сульфат-ион (анион SO_4), 5) кальций, 6) магний и 7) сумму воднорастворимых солей (сухой, или иначе, плотный остаток). Ион натрия, из-за технической сложности анализа, обычно в водных вытяжках не определяют. Содержание этого иона вычисляют по разности суммы эквивалентов анионов и суммы эквивалентов катионов раствора солей (весовые показатели анализа предварительно переводят в миллиэквиваленты).

Пример записи результатов анализа водной вытяжки (в весовых процентах и миллиэквивалентах) приведен в табл. 8.

Таблица 8

Запись результатов анализа водной вытяжки

Глубина взятия пробы, см	Плотный остаток	Анионы			Сумма анионов	Катионы			Сумма катионов
		общая щелочность HCO_3	Cl'	SO_4''		Ca''	Mg''	Na по разности	

В процентах к весу абсолютно сухой почвы

5—22 | 1,803 | 0,122 | 0,223 | 0,946 | — | 0,252 | 0,054 | 10,252 | —

В миллиэквивалентах (м/экв)

5—22 | — | 2,01 | 6,28 | 19,98 | 27,97 | 12,57 | 4,44 | 10,96 | 27,97

Соотношение по горизонтам почвы различных ионов солей (в м/экв) во многих случаях показывают графиком (рис. 9).

Учитывая состав и содержание солей в почве, устанавливают ту или иную степень засоления почвы. По этому признаку все почвы (орошаемые и неорошаемые) могут быть подразделены следующим образом (табл. 9).

Классификация почв по степени засоления (С. В. Астапов)

Степень засоления почв	Содержание солей в почве, %					
	почвы с преобладанием					
	хлористых солей			сульфатных солей		
	плотный остаток	Cl'	SO ₄ ''	плотный остаток	Cl'	SO ₄ ''
Незасоленные	< 0,3	< 0,02	< 0,1	< 0,3	< 0,02	< 0,1
Слабая	0,3—0,5	0,02—0,04	0,1—0,3	0,5—1,0	< 0,02	0,3—0,4
Средняя	0,5—1,0	0,04—0,1	0,3—0,4	1,0—2,0	< 0,04	0,4—0,6
Сильная	1,0—2,0	0,1—0,2	0,4—0,6	2,0—3,0	< 0,1	0,6—0,8
Солончаки	> 2,0	> 0,1	> 0,8	> 2,0	> 0,1	> 0,8

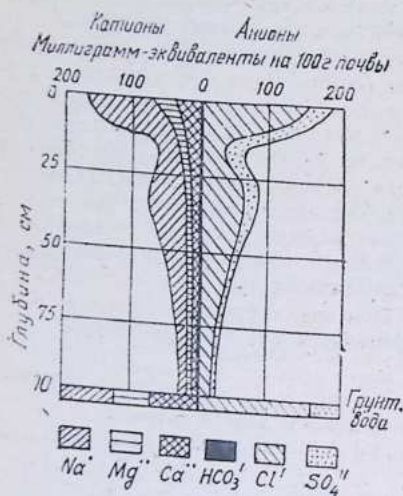


Рис. 9. Распределение и состав солей в профиле солончака (по А. А. Роде)

хлор-иона (Cl) и иона серной кислоты (SO₄). Принцип определения хлора и серной кислоты основан на сравнении мутности, появляющейся от добавления к вытяжке реактивов, осаждающих указанные анионы, с образцовыми растворами, обработанными таким же способом*.

На неорошаемых землях (целина, залежь, перелог) примерное определение глубины залегания грунтовых вод и содержания солей в почве можно сделать в поле по растительному покрову. Подробные исследования по использованию этого ме-

На орошаемых, используемых под посевы, засоленных землях отдельные контуры почвы со значительным засолением (хлора осенью в верхних горизонтах 0,10—0,20% и больше) обычно представляют собой засоленные пятна — выпадения или же пятна с очень изреженным стоянием и сильным угнетением культурных растений.

Примерное суждение о степени и характере засоления почв можно сделать, применив ускоренный метод качественно-количественного определения щелочности почвы,

* Подробнее об этом в книге «Методы агрохимических, агрофизических и микробиологических исследований в поливных хлопковых районах». Ташкент, Изд. АН УзССР, 1952, с. 99—102.

тода на примере земель северо-восточной части Голодной степи с хлоридно-сульфатным характером засоления почв проведены Б. В. Федоровым*.

Степень засоления почв определяют по тем растениям, которых больше всего на поле и которые хорошо развиты. Учитывают развитие растений с мелкой и глубокой корневыми системами. Первые характеризуют засоленность верхнего полуметрового слоя почвы, а вторые — нижних горизонтов.

Обобщенные нами показатели шкалы Б. В. Федорова, характеризующие степень засоления почвы в увязке с растительным покровом различных почвенных типов и подтипов, приведены в табл. 9а и на рис. 10, 11, 12.

Для каждого района с определенным типом и однородным характером почв необходимо иметь свою шкалу количественных показателей засоленности почв в увязке с различными группами экологических рядов растений.

На орошаемых освоенных землях степень засоления почвы возможно определить по состоянию культурной растительности и поля в целом.

Так, по состоянию хлопчатника к незасоленным относят поля, характеризующиеся нормальным развитием растений. Даже слабые выцветы солей на поверхности гребней рядков отсутствуют.

К слабозасоленным — поля, имеющие легкие выцветы солей на гребнях рядков. Развитие хлопчатника местами угнетено.

К средnezасоленным — поля с заметным угнетением хлопчатника и значительной изреженностью его от засоления.

К сильнозасоленным — поля с большой изреженностью и сильным угнетением хлопчатника.

При пятнистом засолении к категории незасоленных почв относят незасоленные почвы с пятнами засоленных почв, составляющих до 5% площади; к категории слабозасоленных почв — незасоленные почвы с пятнами сильнозасоленных почв, составляющих от 5 до 15% площади; к категории средnezасоленных — незасоленные и слабозасоленные почвы с пятнами сильнозасоленных почв и солончаков, занимающих от 15 до 30% площади; к категории сильнозасоленных — слабо- и средnezасоленные почвы с пятнами солончаков, занимающих до 50% площади поля.

3. Солонцы и солонцеватые почвы

Солонцы и солонцеватые почвы — это почвы с повышенным или большим содержанием в их поглощающем комплексе натрия. Такие почвы характеризуются особым мор-

* Федоров Б. В. Определение степени засоления и увлажнения почвы по растительному покрову. Ташкент Госиздат УзССР, 1963.

Очень слабозасоленные почвы
(хлора 0,02 - 0,04%)

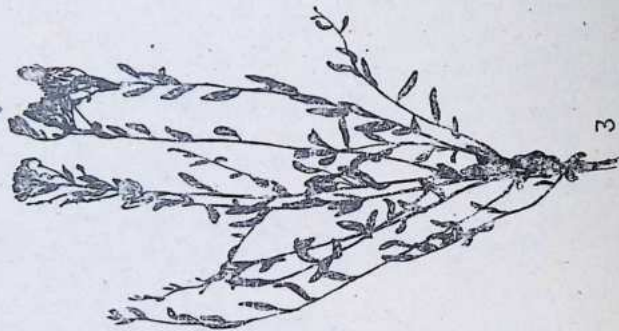
II. Слабозасоленные почвы
(хлора 0,04 - 0,10%)



1 Пальчатая трава
(каражрик)



2 Донник белый
(хоржан)



3 Карелиция каспийская
(икбаш)



4 Лыбеда татарская
(аладуга шур)

Рис. 10. Степень засоления солончаковых почв и растительный покров (по Б. В. Федорову)

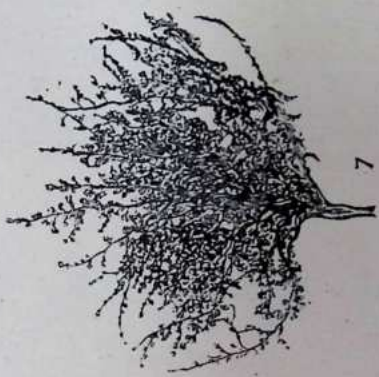
III. Среднезасоленные почвы
(хлора 0.10 - 0.20 %)



5 Кермек узколистный
(кермек соду)



6 Эхинопсилан
(ятак шүра)



7 Полынь приморская
(акджусан)

Рис. 11. Степень засоления солончаковых почв и растительный покров (по Б. В. Федорову).

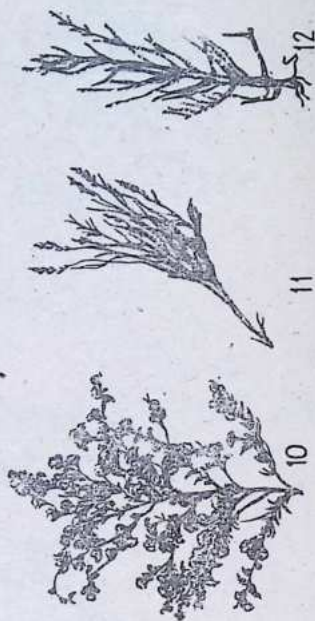
IV. Сильнозасоленные почвы
(хлора 0,20 - 0,30 %)



8. Сбеда разналистная
(кара шира)

9. Петросимония
сибирская
(тургай ут)

V. Очень сильнозасоленные почвы и солончаки
(хлора 0,30 - 0,40 %)



10. Солянка
мясистая
(балжик куз)

11. Прибрежница
солончаковая
(тур шарик)

12. Солерос
травянистый
(казил шурт)

Рис. 12. Степень засоления солончаковых почв и растительный покров (по Б. В. Федорову)

Определение степени засоления почвы по растительному покрову (обобщенная шкала Б. В. Федорова)

Группа экологических рядов растений в разрезе почвенных типов и подтипов			
лугово-болотные почвы с грунтовыми водами на глубине 0—1 м	луговые почвы с грунтовыми водами на глубине 1—2 м	лугово-сероземные почвы с грунтовыми водами на глубине 2—3 м	Сероземы с грунтовыми водами на глубине >3 м
1	2	3	4

Растения незасоленных почв (хлора в почве до 0,01 ‰)

1. Подорожник (баргизуб). <i>Plantago lanceolata</i> L.	3. Джонсонова трава (гумай). <i>Sorghum halepense Pers</i> (L.)	6. Бодяк желтовато-чешуйчатый (бузтикан). <i>Cirsium ochrolepidium</i> Juz.	7. Осока пустынная (панг). <i>Carex pachystylis</i> Gay
2. Клевер земляничный (себапра). <i>Trifolium fragiferum</i> L.	4. Мята (ялпиз). <i>Mentha arvensis</i> L.		8. Цикорий (сачратки). <i>Cichorium intibus</i> L.
	5. Императа (кизил кйек). <i>Imperata cylindrica</i> P.B. (L.)		9. Сыть круглая (саламалакун). <i>Cyperus rotundus</i> L.

I. Группа растений, степень засоления почвы в 1 балл (плотный остаток 0,4—0,8; хлора — 0,01—0,04; SO₄ — 0,18—0,36 ‰)

а) почвы с содержанием хлора от 0,01 до 0,02 ‰

1. Щетинник сизый (иткунак). <i>Setaria glauca</i> P. B. (L.)	2. Щавель краcивый (аткулак). <i>Rumex pulcher</i> L.	4. Костер кровельный (таракбаш). <i>Bromus tectorum</i> L.	6. Полынь венечная (кизил бургун). <i>Artemisia scopariaeformis</i> W. K.
	3. Дурнишник (куйтинак). <i>Xanthium strumarium</i> L.	5. Эгилlops цилиндрический. <i>Aegilops cylindrica</i> Host	7. Марь белая (алабута). <i>Chenopodium album</i> L.

б) почвы с содержанием хлора от 0,02 до 0,03 ‰

1. Куриное просо (курмак). <i>Echinochloa crusgalli</i> R.	2. Портулак (сезмизут). <i>Portulaca aleracea</i> L.	4. Мелколепестник <i>Erigeron canadensis</i> L.	5. Вьюнок полевой (куйпечак). <i>Convolvulus arvensis</i> L.
	3. Донник белый (хор-хар). <i>Melilotus albus</i> Desr.		

в) почвы с содержанием хлора от 0,03 до 0,04 ‰

1. Тростник (камыш). <i>Phragmites Communis</i> F. (L.)	2. Пальчатая трава (караажрик). <i>Cynodon dactylon Pers</i> (L.)	4. Ширица (эшакшура). <i>Amaranthus blitum</i> L.
	3. Верблюжья колючка (янтак). <i>Alhagi camelorum</i> F.	

Группа экологических рядов растений в разрезе почвенных типов и подтипов			
лугово-болотные почвы с грунтовыми водами на глубине 0—1 м	луговые почвы с грунтовыми водами на глубине 1—2 м	лугово-сероземные почвы с грунтовыми водами на глубине 2—3 м	Сероземы с грунтовыми водами на глубине 3 м
1	2	3	4

II. Группа растений, степень засоления почвы в 2 балла
(плотный остаток 0,8—1,2; хлора³—0,04—0,10; SO₄—0,35—0,54%)

1. Лебеда копьевидная. <i>Atriplex hastatum</i> L.	4. Ячмень заячий (княтик) <i>Hordeum leporinum</i> Linc	7. Лебедка татарская (алабуша) <i>Atriplex tatarica</i> L.
2. Карелиния каспийская (акбаш) <i>Karelinia caspica</i> Less (Pall)	5. Горлец серебранный (камчингул) <i>Polygonum agricolium</i> Stend.	
3. Латук татарский (сутруп) <i>Lactuca tatarica</i> (C. A. M.) и другие	6. Сердечница пушистая (балтирик). <i>Cardaria pubescens</i> (C. A. M.) и другие	

III. Группа растений, степень засоления почвы в 3 балла
(плотный остаток 1,2—1,6; хлора — 0,10—0,20; SO₄—0,54—0,72%)

1. Триполиум обыкновенный. <i>Tripolium vulgare</i> Nees.	2. Бескильница (кокчакок). <i>Atropis convoluta</i> Griseb.	5. Мортук водосточный (арпагон). <i>Eremophyllum orientale</i> (L.).	
	3. Кермек ушкolistый (кермек совун). <i>Limonium otolepis</i> (S.).	6. Гребенщик (юлгун). <i>Tamarix Pallas</i> Desv	8. Полынь приморская (акджу-сан, шувак). <i>Artemisia maritima</i> Z.
	4. Свезда странная (катабаргут). <i>Suaeda paradoxa</i> Bge. и другие	7. Эхинопсилон иссополистый (ялпак шура). <i>Echinopsylon hussopifolium</i> (Pall) Mog. и другие	

IV. Группа растений, степень засоления почвы в 4 балла
(плотный остаток 1,6—2,0; Cl₂²—0,2—0,3; SO₄—0,72—0,96%)

1. Свезда разнолистная (кара шура). <i>Suaeda heterophylla</i> K. K.	2. Свезда дуголистная <i>Suaeda arcuata</i> Bgl.	4. Костер Северцова (кильтинак). <i>Bromus Sewerzowi</i> Rgl.
	3. Петросимония сибирская (тургайт). <i>Petrosimonia sibirica</i> Rgl (Pall.).	

Группа экологических рядов растений в разрезе почвенных типов и подтипов			
лугово-болотные почвы с грунтовыми водами на глубине 0—1 м	луговые почвы с грунтовыми водами на глубине 1—2 м	лугово-сероземные почвы с грунтовыми водами на глубине 2—3 м	Сероземы с грунтовыми водами на глубине 3 м
1	2	3	4

V. Группа растений, степень засоления почвы в 5 баллов
(плотный остаток 2,0—2,5; Cl — 0,3—0,4; SO₄—0,96—1,2%)

1. Содерос травянистый (кизил шура). <i>Salicornia herbacea</i> L.	2. Меловик крецкий. <i>Cressa cretica</i> L.	4. Солянка мясистая (баликкуз). <i>Salsola crassa</i> M. B.
	3. Прибрежница солончаковая (шур ажрик). <i>Aeluropus litoralis</i> Parl (Gouan.).	5. Солянка шерстистая (эаликкуз) <i>Salsola lanata</i> Pall.

Примечание: 1. Содержание солей показано для корнеобитаемого слоя почвы в процентах от веса.

2. Подчеркнутые названия означают растения с мелкой корневой системой (содержание солей в полуметровом слое почвы), неподчеркнутые — растения с глубокой корневой системой (содержание солей в метровом слое почвы).

фологическим строением и весьма неблагоприятными физико-химическими свойствами.

Основные генетические горизонты типичных солонцовых почв имеют следующие признаки.

Горизонт А (элювиальный) — опресненный, гумусовый, подвергшийся процессам осолодения. Имеет облегченный механический состав и признаки листовой структуры, обеднен полуторными окислами и обогащен кремнеземом, не содержит или содержит немного растворимых солей, реакция близка к нейтральной. Мощность горизонта до 10—30 см.

Горизонт В (иллювиальный, солонцовый) также беден растворимыми солями, но содержит поглощенный натрий, обогащен полуторными окислами (особенно Al₂O₃) и частицами ила. Реакция его щелочная (рН около 9). Горизонт имеет столбчато-призматическую структуру. Во влажном состоянии набухает, становится вязким и водонепроницаемым, в сухом — является очень плотным, уменьшается в объеме и растрескивается на структурные отдельности.

Горизонт С (солевой) содержит больше или меньше легкорастворимых солей — карбонатных, сульфатных, хлоридных (рис. 13).

Растительный покров солонцов представлен главным обра-

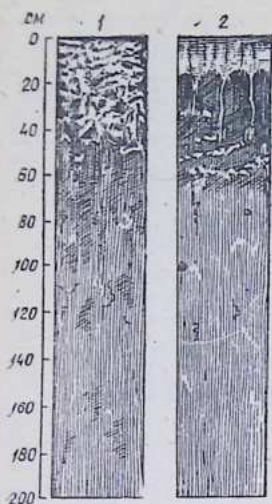


Рис. 13. Профили засоленных почв (по Г. Н. Самбуру):

А — хлоридно-сульфатный солончак; Б — столбчатый солонец

зом ксерофитно-полынной ассоциацией, хорошо приспособленной к существованию на сухих почвах.

По исследованиям К. К. Гедройца источником поглощенного натрия солонцовых почв является натрий нейтральных солей — хлоридов и сульфатов, накапливающихся в солончаках. При значительном содержании в почвенном растворе натриевых солей происходит процесс внедрения в поглощающий комплекс почвы иона натрия, который вытесняет оттуда ион кальция. Этот процесс осолонцевания почвы происходит энергично, если соотношение $\frac{Na}{Ca + Mg}$ (в м/экв.) равно или больше 4. При меньшем соотношении поглощение натрия затруднено. При высоком содержании кальция в почве (в форме карбоната или сульфата) осолонцевание обычно не происходит.

Если осолонцеванная почва под действием воды (атмосферных осадков, поливов или промывок) подвергается процессу рассоления и концентрация ее воднорастворимых солей — электролитов, станет меньше определенной величины (так называемого электролитического порога)*, то физико-химические свойства почвы резко ухудшаются. Причиной этого являются: дисперсация почвы (распыление ее вследствие распада агрегатов на свои составляющие элементы), разрушение поглощающего комплекса почвы, с превращением его в инертные окислы кремния, железа и алюминия, образование соды и возникновение щелочной реакции почвы.

Водные свойства почвы (фильтрационная способность) под влиянием увеличения в ней содержания поглощенного натрия сильно ухудшаются (табл. 10).

Вследствие отрицательных физико-химических свойств солонцовые почвы являются неплодородными или малоплодородными. В сравнении с солончаковыми почвами они гораздо труднее поддаются мелиорации и освоению.

По классификации И. Н. Антипова-Каратаева почвы по сте-

* Электролитический порог — минимальная концентрация электролитов почвенного раствора, вызывающая свертывание (коагуляцию) коллоидных и илистых частиц почвы в комочки (агрегаты).

Фiltrация воды через почву, содержащую разное количество поглощенного натрия (П. И. Шаврыгин)

Показатель	Эквивалентное соотношение поглощенных Са:Na									
	100:0	94:6	92:8	86:14	82:18	70:30	48:52	24:76	16:84	0:100
Относительная скорость фильтрации	100	50	31,4	20,1	7,2	5,6	1,6	0,8	0,8	0,3

пени солонцеватости подразделяют на следующие группы (учитывая содержание в почве поглощенного натрия в процентах от суммы миллиграмм-эквивалентов поглощенных катионов*): несолонцеватые — натрия меньше 5%, слабосолонцеватые — 5—10%, солонцеватые — 10—20%, солонцы — больше 20%.

При содержании поглощенного натрия 5—10% суммы поглощенных катионов уже наблюдается ухудшение физических свойств почвы; при наличии натрия в размере 10—20% физико-химические свойства почвы резко ухудшаются; при содержании же натрия 20—40% происходит полная потеря плодородия почвы.

Солонцы и солонцеватые почвы распространены главным образом в зоне каштановых и бурых почв, где общая площадь их достигает 35 млн. га. В этой зоне много солонцовых почв на юге Украинской ССР, на севере Крымской области, в Поволжье, в Казахской ССР. Имеются они также в лесостепной и черноземной частях СССР.

На территории Средней Азии типичные солонцы и солонцовые комплексы встречаются редко. В пределах Узбекской ССР единичные случаи почв с ясно выраженным солонцовым профилем отмечались проф. Л. П. Розовым (на древней террасе р. Карадarya), С. А. Кудриным (в Дальверзинской степи), А. И. Козловым (в Голодной степи).

Наличие в сероземном поясе отдельных пятен солонцов (сероземных и лугово-сероземных) отмечал также Среднеазиатский институт почвоведения. По данным института эти почвы с поверхности характеризуются уплотненной коркой, разбитой трещинами. В профиле выделяется слитный солонцовый слой, разбитый в сухом состоянии на глыбисто-призматические от-

* Сумма всех поглощенных обменных катионов почвы называется емкостью поглощения и выражается в миллиэквивалентах на 100 г почвы. В обменном состоянии в почве могут быть катионы Са, Mg, Na, K, H, NH₄.

дельности. Содержание поглощенного натрия в этом горизонте может достигать 40—50% емкости поглощения. Ниже солонцового горизонта почва менее плотная, содержит карбонатные и гипсовые выделения и воднорастворимые соли.

При малой площади типичных солонцовых почв в Средней Азии широко распространена особая форма почвообразования, представленная такыровыми почвами.

4. Такыровые почвы

Такыровые почвы — это почвы древних сухих дельт, верхних речных террас и подгорных покатых равнин пустынной зоны Средней Азии. Они развиваются на древнеаллювиальных и пролювиальных, большей частью глинистых и суглинистых отложениях, подстилаемых слоистыми, с участием песка, речными наносами или скелетно-мелкоземистым пролювием (Н. В. Кимберг).

В отличие от почв сероземного пояса такыровые почвы характеризуются невысоким содержанием пылеватых частиц, значительной опесчаненностью, малым содержанием гумуса, азота и фосфора, плохими физико-механическими свойствами, низкой водопроницаемостью, в сильной степени подвержены коркообразованию. Они часто солонцеваты и обычно с небольшой глубины засолены. Гумуса обычно в них менее 1%, азота — менее 0,1%, фосфора — более 0,1%.

Такыровые почвы распространены на большой площади в Туркменской ССР (Прикопетдагская полоса, Кызыл-Арватская равнина, дельты рек Теджена и Мургаба, Куля-Дарвинский массив в древней дельте р. Амударьи). В пределах Узбекистана значительные такыровые площади имеются в древних дельтах рек Амударьи, Зеравшана (Бухарская область), Кашкадарьи, Сурхандарьи. В низовьях Амударьи много такыровых почв в Каракалпакской АССР: в Турткульском оазисе (массив «Кырк-Кыз»), в Тахтакупырском районе и др.

Такыровые почвы представлены двумя автоморфными группами: такыры* и такырные почвы. По условиям развития и свойствам встречаются и переходные к луговым почвы: лугово-такырные и такырно-луговые.

Такыры формируются по понижениям среди такырных почв. Это почвы с очень плотной, трудно поддающейся обработке и почти водонепроницаемой коркой, разбитой глубокими трещинами на правильные паркетобразные отдельности (рис. 14). Толщина корки от 3—5 до 8—10 см. Цвет с поверхности ярких оттенков — шоколадно-бурых, палевых, розоватых.

* Слово такыр на узбекском, казахском языках означает гладкий, голый, не имеющий никакой растительности на поверхности (такыр чүль — голая степь).

Рис. 14. Такыр глинистый (по Н. Андрову)



Под коркой находится чешуевидный или чешуевиднопластинчатый горизонт. Ниже его, на глубине 15—80 см, расположен плотный горизонт с ореховой или призматической структурой.

Такыры не имеют высшей (листочечной) растительности, отличаются весьма малым содержанием органического вещества (гумуса часто 0,2—0,4%) и нередко высокой щелочностью (рН до 9—10). Неблагоприятные водно-физические свойства такыров обусловлены очень большой их глинистостью (содержание частиц тоньше 0,01 мм до 90—95%), а зачастую и солонцеватостью верхних горизонтов почвы (значительное содержание поглощенного натрия). Таким образом, имеются солонцеватые и несолонцеватые такыры (табл. 11).

Таблица 11

Емкость обмена и содержание поглощенного натрия в такырах

Район	Почва	Горизонты, см	Емкость обмена, м/экв.	Процент натрия от емкости
Июлотанская опытная станция (р. Мургаб, Туркменская ССР)	такыр	0—10	11,86	24,9
		11—28	14,17	22,7
		29—39	15,41	41,7
		40—90	15,18	54,7
Земельный массив „Кырк-Кыз“ (Турткульский район, Каракалпакской АССР)	такыр целинный, розовый	0—5	8,54	5,50
		5—15	4,74	9,07
		15—25	7,21	7,35
Там же	такыр (поливной люцерник)	7—14	5,30	4,72
		15—25	7,07	5,37
		30—40	8,07	5,70

Данные о содержании поглощенного натрия показывают, что в первом случае такыр является сильносолонцеватым, во втором — слабосолонцеватым, в третьем — несолонцеватым.

Среди такыров встречаются незасоленные разности, но большей частью они засолены. Содержание воднорастворимых солей в отдельных случаях может быть очень большим (такырные солончаки).

Такыры встречаются обычно в виде пятен среди такырных почв. Плохие водно-физические и химические свойства такыров сильно затрудняют их освоение в сельскохозяйственных целях.

Такырные почвы имеют те же неблагоприятные свойства, что и такыры, но они выражены значительно слабее. Почвы эти характеризуются слабо дифференцированным морфологическим профилем. Под непрочной рыхловатой корочкой, мощностью 1—2 см, находится рыхловатый чешуйчатый горизонт, ниже которого идет буроватоокрашенный, более уплотненный горизонт, часто солонцеватый. Содержание гумуса в пределах 0,6—1,0%, редко достигает 1,2%, азота — 0,04—0,06%, фосфора — 0,10—0,12%. Почвы бесструктурны, водопроницаемость их слабая.

Такырные почвы обычно в той или иной степени бывают засолены, но при выполнении мелиоративных мероприятий по их рассолению и улучшению их физических свойств они обладают достаточно высокой производительной способностью и широко используются в орошаемом земледелии. Большие площади целинных такырных почв представляют собой крупный резерв дальнейшего освоения земель пустынной зоны.

Глава III

СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ РАСТЕНИЯ И СОЛИ

1. Состав солей в почве и степень их вредности для растений

В солончаках и солончаковых почвах состав воднорастворимых солей может быть весьма разнообразным. Соли эти образуются, однако, сравнительно небольшим числом катионов и анионов. Из катионов участвуют главным образом Na^+ , Mg^{++} и Ca^{++} , из анионов — Cl^- , SO_4^{--} , CO_3^{--} и HCO_3^- . Различное сочетание этих катионов и анионов образует следующие соли, многие из которых и содержатся в засоленных почвах (табл. 12).

* Калийные соли (хлористые, сернокислые) в засоленных почвах встречаются редко. В ряде случаев в засолении почв заметную роль играют бораты ($\text{Na}_2\text{B}_2\text{O}_4$, $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$) и нитраты натрия (NaNO_3).

Соли, участвующие в засолении почв

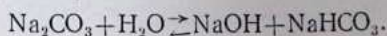
Хлористые (хлориды) — анион Cl^-	Сернокислые (сульфаты) — анион SO_4^{--}	Углекислые (карбонаты) — анион CO_3^{--}	Двууглекислые (бикарбонаты) — анион HCO_3^-
NaCl (поваренная соль)	Na_2SO_4 (глауберова соль)	Na_2CO_3 (сода нормальная, бельевая)	NaHCO_3 (сода пищевая)
MgCl_2 (хлористый магний)	MgSO_4 (горькая соль)	MgCO_3 (углекислый магний)	$\text{Mg}(\text{HCO}_3)_2$ (двууглекислый магний)
CaCl_2 (хлористый кальций)	CaSO_4 (гипс)	CaCO_3 (известь)	$\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ (двууглекислый кальций)

Ни одна из этих солей не является непосредственно необходимой для нормального развития сельскохозяйственных растений. Между тем многие из них, даже при относительно небольшом содержании их в почве, угнетают культурные растения, почему и называются вредными.

Акад. К. К. Гедройц считал, что вредные для растений свойства солончаковых почв обусловлены в основном их катионами. Им указывался следующий порядок снижения токсичности катионов: Na^+ , Mg^{++} , K^+ , Ca^{++} . Не меньшее, а во многих случаях, по-видимому, и большее значение для растений имеет токсическое (ядовитое) действие солей, обусловленное их анионами.

Из анионов весьма токсичным для растений является хлорид. Этим, очевидно, обусловлено то, что зависимость между степенью засоления почвы и ростом, развитием и урожайностью сельскохозяйственных культур наиболее четко устанавливается по содержанию в почве хлористых солей, а не по сумме солей или же содержанию сернокислых солей.

Степень вредности отдельных солей для культурных растений не одинакова. Наиболее вредной для них солью является нормальная сода (Na_2CO_3). В водном растворе она образует едкий натр (NaOH), гидроксильный ион которого (OH^-) чрезвычайно ядовит для растений:



Присутствие в почве нормальной соды более 0,005% веса почвы уже вызывает угнетение сельскохозяйственных растений, при содержании же ее в размере 0,01% и более растения гибнут. В засоленных орошаемых почвах Na_2CO_3 встречается сравнительно редко.

Весьма вредны для растений хлористые соли, и особенно поваренная (NaCl).

Сернокислые соли (Na_2SO_4 и MgSO_4), по сравнению с хлористыми солями, менее вредны.

Карбонаты и бикарбонаты магния (MgCO_3 , $\text{Mg}(\text{HCO}_3)_2$) вредны для растений при относительно большом их содержании в почве.

Три соли: гипс (CaSO_4), известь (CaCO_3) и бикарбонат кальция ($\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$) являются невредными, даже при большом их содержании в почве.

Натриевые и магниевые воднорастворимые соли наиболее часто встречаются в засоленных почвах. Сравнительную вредность этих солей (отдельно взятых) можно обозначить следующим числовым соотношением:

Na_2CO_3	NaCl	MgSO_4	NaHCO_3	Na_2SO_4
10	5—6	3—5	3	1

Вредное действие солей на растения чаще зависит от степени их растворимости. В табл. 13 приведены сравнительные данные растворимости солей при температуре воды 20° и 0° .

Таблица 13

Растворимость солей в воде

Воднорастворимые соли	Химическая формула	Растворимость в граммах на литр при температуре	
		20°	0°
Хлористый кальций	CaCl_2	745	598
— магний	MgCl_2	545	525
— натрий	NaCl	360	357
Карбонат натрия	Na_2CO_3	215	7
Бикарбонат	NaHCO_3	96	—
Сульфат кальция	CaSO_4	2	1,76
Карбонат магния	MgCO_3	0,106	—
— кальция	CaCO_3	0,014	0,81

Невредные и менее вредные соли (CaSO_4 , CaCO_3 , MgCO_3) плохо растворяются. Из них CaSO_4 и MgCO_3 трудно растворимы, CaCO_3 — почти нерастворим. Остальные соли хорошо растворимы (в большей или меньшей степени) и являются вредными для растений даже при малом содержании их в почве.

Смеси солей действуют на растения менее вредно, даже при более значительной их концентрации, чем отдельно взятые вредные соли. Явление это получило название „антагонизма“ солей. Так, отдельно взятые соли NaCl или MgCl_2 являются весьма вредными. Но если в растворе NaCl или MgCl_2 будет присутствовать в некотором количестве CaCl_2 (соль также вредная), то токсическое действие смеси солей будет значительно меньшим.

Антагонизм проявляется главным образом у катионов солей. Наиболее сильными антагонистами являются катионы натрия и кальция. Влияние антагонизма солей и снижение их токсического действия проявляется более сильно при наличии уравновешенного раствора, то есть такого раствора, в котором ни один из элементов не содержится в относительно больших, избыточных количествах.

Причины явления антагонизма солей, весьма сложного в физиологическом отношении, еще мало изучены. В отдельных случаях это, очевидно, результат химического взаимодействия солей. Например, $\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{CaSO}_4 \rightleftharpoons \text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{CaCO}_3$. В данном случае в растворе вместо очень вредной соли Na_2CO_3 окажется значительно менее вредная соль Na_2SO_4 и безвредный карбонат кальция.

Важное значение для растений имеет количественное соотношение токсических и нетоксических солей в почве. Для разных природных зон, а также в зависимости от генезиса почв, давности их освоения, степени осолоненности эти соотношения могут быть разными. Особенности состава солей в почвах разных районов видны из следующих данных (табл. 14).

Таблица 14

Состав солей в орошаемых почвах

Сухой остаток, %	Солей в процентах к весу почвы					Соотношение солей в процентах		
	токсичных			нетоксичных		токсичных		нетоксичных
	NaCl	Na_2SO_4	MgSO_4	CaSO_4	$\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$	хлористые	сульфатные	
<i>Голодная степь (Гулистанский район)</i>								
0,443	0,066	0,103	0,085	0,131	0,102	13,5	38,7	47,8
0,801	0,119	0,253	0,116	0,263	0,091	14,1	43,8	42,1
1,423	0,224	0,536	0,133	0,518	0,064	15,2	45,4	39,4
<i>Центральная Фергана (Бозский район)</i>								
0,966	0,027	0,581	0,090	0,388	0,027	2,4	60,3	37,3
1,418	0,053	0,726	0,196	0,504	0,032	3,5	61,0	35,5
1,733	0,096	1,003	0,221	0,589	0,036	5,0	62,9	32,1
<i>Низовья Амударьи (Чимбайский район)</i>								
0,351	0,064	0,078	0,067	0,154	0,026	17,3	33,8	48,9
0,500	0,105	0,034	0,090	0,173	0,029	24,4	28,8	46,8
0,623	0,142	0,025	0,135	0,268	0,033	23,5	26,5	50,0

Различия в составе солей, а также изменения их состава, которые происходят в процессе засоления или рассоления почвы, имеют существенное значение для роста и развития растений.

В большинстве районов Узбекистана содержание в почвах сульфатных солей обычно больше, чем хлористых (хлоридно-сульфатный тип засоления). В районах Бухарской области, Ферганской долины больше преобладают сернокислые соли (сульфатный тип засоления). В других районах на части площади может встречаться также сульфатно-хлоридное и реже хлоридное засоление почв.

Д. М. Кугучковым для части орошаемых земель с высоким залеганием пресных гидрокарбонатных грунтовых вод установлен особый, карбонатно-магниевый тип засоления почвы. Значительные площади, особенно лугово-болотные, подвержены такому засолению в ряде районов Самаркандской, Ферганской, Ташкентской областей. При этом почвы засоляются не легко-растворимыми, а труднорастворимыми солями (CaCO_3 , MgCO_3). Такое засоление также оказывает токсическое действие на хлопчатник и другие сельскохозяйственные культуры.

2. Влияние солей на растения. Причины вредного действия солей

Действие солей на растение изучалось многими исследователями (К. К. Гедройц, Н. М. Тулайков, В. А. Ковда, П. А. Генкель, Б. П. Строганов, А. А. Шахов и др.).

Установлено, что угнетающее действие солей на растения на почвах сульфатно-хлоридного засоления более значительно, чем на почвах хлоридно-сульфатного засоления. При хлоридном засолении оно намного выше, чем при сульфатном (рис. 15, 16).

Влияние солей на растения весьма многообразно. Оно проявляется в нарушении ряда биохимических и физиологических функций растений, их водного и питательного режимов, условий развития и состояния корневой системы растений.



Рис. 15. Растения хлопчатника, выращенные при различной концентрации сульфатного засоления почвы (по Б. П. Строганову):
1 — контроль; 2 — 0,3%; 3 — 0,5%; 4 — 0,8%; 5 — 1,4%

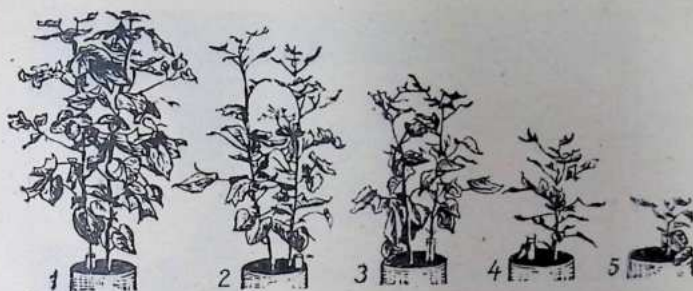


Рис. 16. Растения хлопчатника, выращенные при различной концентрации хлоридного засоления почвы (по Б. П. Строганову):

1 — контроль; 2 — 0,3%; 3 — 0,5%; 4 — 0,8%; 5 — 1,4%

Под влиянием засоленности почвы у растений заметно снижаются интенсивность фотосинтеза и дыхания, замедляется обмен веществ. Накопление сухого вещества с повышением степени засоления почвы становится все меньшим. При этом на почвах сульфатно-хлоридного засоления это выражено значительно сильнее, чем на почвах хлоридно-сульфатного засоления.

Вредное действие солей на растения проявляется уже с фазы прорастания семян. При значительном засолении почвы набухание семян сильно задерживается. Семена не могут увеличить свою влажность до необходимой для хорошего прорастания величины. В связи с этим энергия прорастания семян значительно снижается или же семена вовсе не прорастают. В результате создается изреженность посевов, уменьшается густота стояния растений, образуются засоленные пятна — выпадения растений.

Засоленность почвы сильно влияет на растения и в период их вегетации: значительно снижается общее количество углеводов и азотистых веществ в растениях, хотя их содержание на единицу сухого вещества повышается.

Важные особенности выявлены в отношении водного режима растений. По Б. П. Строганову, при хлоридном засолении почвы развиваются признаки галлосуккулентности растений. У таких растений увеличиваются размеры клеток, число устьиц на листьях уменьшается, но они становятся более крупными. Замедляются поглощение и выделение воды растениями. Интенсивность транспирации растений резко снижается.

При сульфатном засолении почвы обнаруживаются признаки ксероморфизма растений. У таких растений размеры клеток уменьшаются, число устьиц на листьях резко возрастает. При этом повышается и интенсивность транспирации растений (рис. 17).

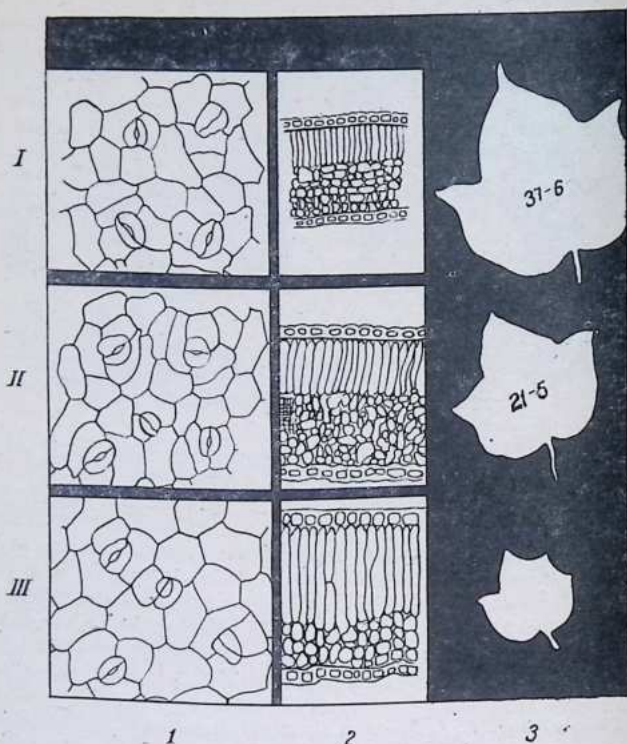


Рис. 17. Изменение анатомического строения листа хлопчатника (10-дневный) в зависимости от качества засоления почвы (по Б. П. Строганову):

I — контроль; II — сульфатное засоление; III — хлоридное засоление;
1 — верхний эпидермис ($\times 400$); 2 — толщина листа ($\times 200$); 3 — площадь листа, см^2

Общей закономерностью является то, что независимо от интенсивности транспирации, общий расход воды растениями за вегетационный период по мере возрастания засоленности почвы неизменно падает (табл. 15).

Обусловлено это тем, что у растений на сильнозасоленных почвах общая испаряющая площадь и, особенно, испаряющая площадь листовой поверхности резко уменьшается. Сокращается и число растений на единицу площади с увеличением степени засоления почвы.

Наряду с этим действуют и осмотические силы почвенного раствора. Вода вместе с питательными веществами всасывается корневыми волосками растений под влиянием сосущей силы

Расход воды хлопчатником за вегетационный период на участках с различным засолением (по Б. П. Строганову)

Степень засоления участка	Расход воды одним кустом хлопчатника, кг					Расход воды за период вегетации	
	июнь	июль	август	сентябрь	октябрь	одним кустом хлопчатника, кг	хлопчатником, м ³ /га
Слабая	1,20	11,88	57,46	62,94	22,62	156,10	6514
Сильная	0,66	7,52	30,52	36,57	17,08	92,35	2695

растений.* Однако это происходит лишь тогда, когда сосущая сила растений превышает водоудерживающую силу почвы, определяемую осмотическим давлением почвенного раствора. Водоудерживающая сила почвы может изменяться в больших пределах. Она тем больше, чем больше содержание в почве солей и меньше влаги (табл. 16).

Таблица 16

Водоудерживающая сила почвы в зависимости от содержания солей и ее влажности (по В. С. Шардакову)

Незасоленная почва		Слабозасоленная почва, 0,55% солей		Сильнозасоленная почва, 2,13% солей	
влажность почвы, %	водоудерживающая сила, атм.	влажность почвы, %	водоудерживающая сила, атм.	влажность почвы, %	водоудерживающая сила, атм.
9,4	20	9,3	35	9,9	143
12,2	10	12,4	26	13,3	59
18,3	2	18,6	18	19,6	30
—	—	24,8	11	25,8	17

В зависимости от условий внешней среды, рода и вида растений, их возраста изменяется и величина сосущей силы растений. Так, на незасоленных почвах овощные культуры (например, огурцы) имеют величину сосущей силы в пределах 2—5 атм., хлопчатник—10—15 атм., хлопчатник на засоленных почвах—18—30 атм. У степных ксерофитов сосущая сила возрастает до 40—50 атм., у солончаковых растений (солянок)—до 50—100 атм. и больше.

При значительной засоленности осмотическое давление почвенного раствора начинает превышать величину сосущей силы растений. В связи с этим значительно снижается доступность воды для растений. Создаются условия физиологической сухости почвы, при которой растения, несмотря на наличие влаги в почве, не могут обеспечить себя ею. В результате

* Сосущая сила клеточного сока растений (S) определяется формулой $S = P - T$, где P — осмотическое давление клеточного сока, атм.; T — тургорное давление клетки, атм.

ухудшается жизнедеятельность растений, задерживается их рост и развитие.

Наряду с ухудшением водного режима растений на засоленных почвах происходит также расстройство их минерального питания. Оно выражается в недостаточном поступлении в растение важных для его питания элементов (например, кальция, калия, серы) и в повышенном или избыточном поступлении в растение кремния, хлора, натрия, магния (табл. 17).

Таблица 17

Минеральный состав молодых растений
хлопчатника (В. А. Ковда)

Состояние хлопчатника	В процентах на абсолютно сухое вещество										Всего ми- неральных веществ, %
	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	P ₂ O ₅	Cl	SO ₄	Ca	Mg	K	Na	
Нормальное	0,72	0,47	0,08	1,58	1,54	3,83	3,35	0,81	4,67	0,41	16,46
Угнетенное	5,16	0,19	0,46	1,62	1,56	2,03	1,83	0,87	3,50	0,54	17,76
Сильно угнетенное	5,02	0,14	0,41	2,11	2,84	3,05	1,26	1,10	3,54	1,22	20,69

Под влиянием токсического (ядовитого) действия накапливающихся в растениях солей может происходить и солевое отравление растений. Оно особенно проявляется при значительном содержании в растении таких элементов, как хлор, натрий. В растениях на сильнозасоленных почвах содержание хлора может превышать норму в два-три раза, натрия — в 5—10 раз.

Поступление солей регулируется проницаемостью протоплазмы клеток. По А. А. Рихтеру, непроницаемость для солей клеток корней удерживается до определенного предела концентрации солей, после чего происходит «прорыв» солей, отравляющих растения.

Степень солевого отравления зависит от биологических свойств растений, от концентрации и физико-химических свойств солей. По данным Б. П. Строганова в солевом отравлении значительную роль играют и промежуточные продукты обмена веществ, токсически действующие на растения (аммиак), а также некоторые органо-минеральные (гербицидоподобные) соединения. Токсическое влияние отмеченных соединений дополняет ядовитое действие солей.

А. А. Рихтер отмечает, что в условиях сульфатного засоления почвы растение (хлопчатник) подвергается больше осмотическому воздействию солей, тогда как при хлоридном засолении в первую очередь проявляется токсическое действие солей.

К неблагоприятному влиянию солей следует отнести также их действие на уменьшение в почве агрономически полезных

микроорганизмов (аммонификаторов, нитрификаторов, азотфиксаторов), что обуславливает снижение плодородия почв.

Почвенное засоление отрицательно влияет и на корни сельскохозяйственных растений. Большое содержание солей в нижних горизонтах почвы задерживает проникновение корней вглубь. Из солей наиболее вредно действует на корни нормальная сода (Na_2CO_3). Сода разъедает корни, которые, ослизнясь и приобретая темную окраску, отмирают.

Явления угнетения растений от повышенной концентрации в почве простых воднорастворимых солей обычно нарастают постепенно. Замедляется их рост, начинается подвядание или же подсыхание листьев.

Нередко отмечается их скручивание. При сильном отравлении листья растений желтеют, на них появляются солевые пятна. Такие листья в дальнейшем обычно опадают (рис. 18).

Встречаются, однако, случаи, когда сильное угнетение растений, а чаще их гибель под действием солей, происходит неожиданно и быстро, в течение короткого времени. Такие случаи с посевами хлопчатника, люцерны отмечались в Голодной степи, в Бухарской области и других районах. Хорошо развитые молодые растения погибали обычно сразу же после первого полива или же обильного дождя. В этих случаях гибель растений происходила от временной вспышки щелочности почвы.

Вспышка щелочности может возникать на недостаточно промытой от солей почве, при сильном ее увлажнении в результате реакции взаимного обмена между сернокислым натрием

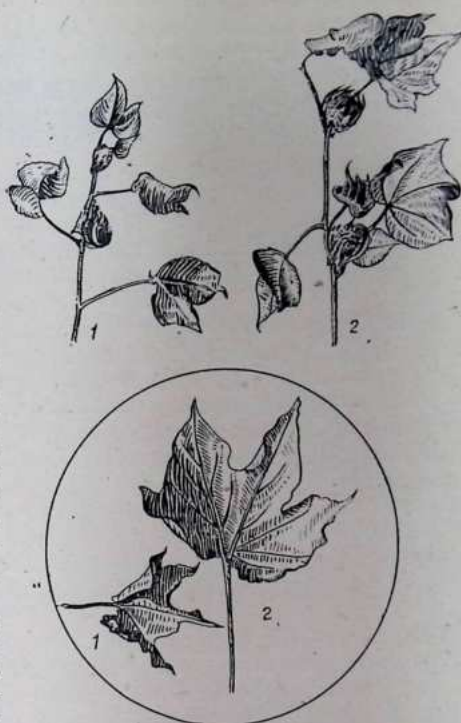
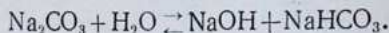
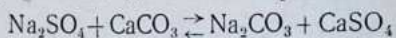


Рис. 18. Лист и стебель хлопчатника с солончакового пятна (1) и нормально развитые на промытой от солей участке (2) (по В. С. Малыгину)

и углекислым кальцием. При этом в почвенном растворе появляются сода и едкий натр, гидроксильный ион которого (OH^-) и оказывает губительное действие на растения:



В отдельных случаях сильное угнетение растений может обуславливаться косвенным влиянием солей, в результате осолонцевания почвы, приводящего к резкому ухудшению физических свойств почвы и щелочности почвенного раствора (образование соды за счет натрия поглощающего комплекса почвы).

Обобщая все сказанное о причинах вредного действия солей на растения, можно отметить следующие положения.

На орошаемых засоленных землях угнетение или гибель растений от солей связано обычно с влиянием повышенной концентрации в почвенном растворе простых воднорастворимых солей. Прямыми причинами угнетения или гибели растений при этом являются: влияние солей на ухудшение условий фотосинтеза, дыхания и обмена веществ у растений; действие «физиологической сухости» почвы; расстройство минерального питания растений; токсическое действие солей (солевое отравление растений); неблагоприятное влияние солей на корневую систему растений.

Случаи угнетения растений в связи с осолонцеванием почв и обусловленных этим повышенной щелочностью и ухудшением физических свойств почвы — более редкое явление, так как площади таких почв среди освоенных орошаемых земель сравнительно невелика.

Наряду с указанными причинами встречаются, но сравнительно редко, случаи сильного угнетения или гибели растений, вызванные явлениями кратковременной вспышки щелочности почвы.

3. Солеустойчивость сельскохозяйственных культур

В практике под солеустойчивостью сельскохозяйственных культур понимают те предельные (наибольшие) величины содержания солей в почве и концентрации почвенного раствора, при которых возможен нормальный рост и развитие сельскохозяйственных растений и их достаточно высокий урожай.

Степень солеустойчивости различных культур в различных почвенных условиях не одинакова. Она зависит от ряда факторов: от биологических свойств и особенностей самих растений и, следовательно, от рода, вида и сорта растений; от возраста растений; от со-

става солей в почве; от содержания влаги и питательных веществ, особенно органических, в почве и др.

Культурные растения характеризуются вообще невысокой солеустойчивостью. Среди них бобовые культуры (например, маш, фасоль, горох) являются наименее солеустойчивыми. Имеются культуры и значительно солеустойчивые, например, свекла (сахарная, столовая, кормовая), сорго (джугара). Относительно солеустойчивы хлопчатник, просо, ячмень. Из различных видов хлопчатника советские тонковолокнистые его сорта (вида *Gossypium barbadense* L.) солевывосливец, чем средневолокнистые советские сорта (вида *Gossypium hirsutum* L.). Слабосолеустойчива (в период появления всходов растений) люцерна. Вообще бобовые культуры, исключая шадар, отличаются очень малой солеустойчивостью.

Солеустойчивость овощных и бахчевых культур также различна. Из этих культур огурцы, помидоры, арбуз обладают малой солеустойчивостью; капуста, дыня — более солеустойчивы. Среди садовых культур семечковые породы (яблоня, груши) менее солеустойчивы, косточковые (урюк, вишня, алыча) — более солеустойчивы. Значительно солеустойчивой культурой является виноград.

Солеустойчивость сельскохозяйственных культур изменяется с возрастом растений. Растения наиболее чувствительны к солям (наименее солеустойчивы) в период прорастания семян, появления всходов и начальный период развития молодых растений. Содержание солей в почве в это время должно быть наименьшим. Для взрослых растений допустимо более значительное содержание солей в почве.

Степень солеустойчивости растений зависит также от типа почв и характера их засоления. Так, в Голодной степи, где в засоленных почвах относительно много хлористых, наиболее вредных для растений, солей, предельное содержание их в почве (плотный остаток) в первый период вегетаций хлопчатника составляет примерно 0,3%. В районах же Ферганской долины, где в составе солей содержатся, в основном, сульфатные, менее вредные для растений соли, величина предельного солесодержания повышается до 0,75—1%.

Повышенную солеустойчивость хлопчатника в отношении хлористых солей следует отметить в районах среднего и нижнего течения р. Амударьи. По данным многих опытов, проведенных на Чарджоуской, Хорезмской и Каракалпакской опытных станциях СоюзНИХИ, содержание хлора в почве в количестве 0,03—0,04% не является препятствием для сохранения достаточно хорошей густоты стояния растений (75—85 тыс./га) и урожаев хлопка-сырца порядка 25—35 ц/га. Во многих случаях высокие урожаи хлопка получались и при более значительном содержании хлора в почве (табл. 18).

**Содержание хлора в почве и урожайность
хлопчатника в районах среднего и нижнего
течения р. Амударьи**

Сроки взятия почвенных об- разцов на соли	Хлора в почве, % к весу*		Густота стояния растений, тыс/га	Урожай хлопка- сырца, ц/га
	0—20 см	0—100 см		
Чарджоуская опытная станция				
11.V	0,045—0,078	0,039—0,073	62,6—65,8	32,2—41,7
Хорезмская опытная станция				
26.IV	0,030—0,055	0,031—0,054	81,2—87,3	28,9—33,7
Каракалпакская опытная станция				
13.V	0,056—0,097	0,080—0,093	93,4—97,1	33,9—37,1

* по различным вариантам опыта

В то же время в других районах (Голодная степь, Сурхандарьинская, Бухарская области) для получения таких же результатов содержание хлора в почве в начальный период вегетации хлопчатника не должно быть больше 0,01—0,015%.

Весьма важным фактором солеустойчивости растений является влажность почвы. Чем влажнее почвы, тем меньше концентрация почвенного раствора и вредное действие солей, тем солеустойчивее сельскохозяйственные культуры. Наоборот, с уменьшением влажности почвы концентрация почвенного раствора (при одном и том же содержании в почве солей) возрастает и солеустойчивость растений снижается. При значительном недостатке влаги в почве даже небольшие количества солей угнетающе влияют на растения.

На Центральной мелиоративной станции СоюзНИИХИ было установлено (Л. И. Дашевский, 1944—1945), что с увеличением влажности почвы при одной и той же концентрации почвенного раствора в различной степени засоленных почв, солеустойчивость культур повышается. С увеличением влажности почвы повышаются предельные нормы засоления не только по процентному содержанию солей, но и по концентрации почвенного раствора.

Таким образом, солеустойчивость сельскохозяйственных культур следует характеризовать не только весовым содержа-

нием солей в почве, но и степенью влажности почвы и получающейся при этом концентрацией почвенного раствора.*

Заметно влияет на солеустойчивость культур содержание в почве питательных для растений веществ, особенно органических. На более плодородных почвах и при хорошем удобрении полей органическими веществами растения значительно меньше угнетаются от солей. При значительном засолении почвы одностороннее внесение больших норм минеральных удобрений не приносит пользы, а вредит, так как сильно увеличивает и без того высокую концентрацию почвенного раствора.

Как видно, солеустойчивость сельскохозяйственных культур зависит прежде всего от биологических свойств самих растений, а также от условий среды их роста и развития. Поскольку эти свойства и условия для разных культур и природных районов различны, то для них не могут быть установлены какие-то единые нормы солеустойчивости. Для каждой природной зоны, отличающейся особенностями климатических, почвенных и других условий, должны быть уточнены свои показатели солеустойчивости для различных культур.

На орошаемых землях Узбекистана солеустойчивость культур изучалась Т. В. Беляковой, В. А. Бурыгиным, В. Е. Кабаевым, Э. А. Лифшиц, Т. Н. Бекматовым и др. По их данным, при различной солеустойчивости культур нормальное развитие растений в первый период протекает при следующих показателях (табл. 19).

Таким образом, видно (табл. 19), что солеустойчивость полевых культур неодинакова и что в производственных условиях в случаях недопромывки почвы от солей с этим следует считаться, так как посевы несолеустойчивых культур при таких случаях дают малый урожай или же погибают.

Чтобы избежать значительной сезонной реставрации засоления почвы и для обеспечения высоких урожаев всех полевых культур, включая и наименее солеустойчивые, содержание хлор-иона в почве должно быть не больше 0,01% веса сухой почвы.

Следует отметить, что солеустойчивость культур может быть повышена: выведением солеустойчивых сортов растений; предпосевной обработкой семян солевыми растворами или минера-

* Условная (расчетная) концентрация почвенного раствора может быть вычислена по следующей формуле: $K = \frac{S \cdot 1000}{m}$, где K — концентрация почвенного раствора, г/л; S — содержание солей (или иона солей) в почве, % (г) на 100 г почвы; m — содержание воды в почве, % (г); 1000 — перевод 1 л воды в граммы. Она близко соответствует истинной концентрации почвенного раствора при определении ее по хлору. По другим ионам, а также по плотному остатку результаты оказываются завышенными (по Na, Mg, очень сильно по HCO_3 , SO_4 и особенно сильно по Ca).

Солеустойчивость культур и предельное содержание хлора в почве для нормального развития растений в первый период вегетации (до 15.V—1.VI).

Степень солеустойчивости	Сельскохозяйственная культура	Предельное содержание хлора в почве, %	Концентрация почвенного раствора по хлору, г/л (при влажности почвы 19 %)
Наименьшая	Люцерна, маш, фасоль, горох	0,008—0,01	0,42—0,53
Слабая	Пшеница, ячмень, кукуруза	0,01—0,015	0,53—0,79
Средняя	Хлопчатник	0,015—0,02*	0,79—1,05
Значительная	Шабдар	0,02—0,03	1,05—1,58
	Свекла, сорго, (джугара)	0,03—0,04	1,58—2,10
Наибольшая	Подсолнечник	0,04—0,06	2,10—3,16

* В Хорезме, Каракалпакской АССР до 0,03—0,04 %.

лизированной грунтовой водой (П. А. Генкель); внесением кальция в почву в виде CaO или CaCO_3 ; замочкой семян в растворе азотнокислого кальция; внесением азотнокислого кальция в почву при подкормках растений (Р. Азимов); усиленным режимом орошения и питания растений и др.

Опыт, однако, показывает, что подобного рода мероприятия, направленные на приспособление к засоленности почв, а не на ее устранение дают временный, сравнительно невысокий и непрочный эффект. Поэтому главным средством получения на засоленных почвах высоких урожаев сельскохозяйственных культур и насаждений является коренная мелиорация земель с глубоким и прочным рассолением и всемерным окультуриванием почв.

4. Влияние засоленности почвы на количество и качество урожая сельскохозяйственных культур

Вредные соли своим действием затрудняют получение всходов сельскохозяйственных культур. Так, на значительно засоленных почвах всходы хлопчатника задерживаются на 10—15 дней и больше. Проростки хлопчатника имеют при этом сильно утолщенные, водянистые, ломкие корешки.

Всходы хлопчатника на засоленных почвах всегда изрежены. При этом, из-за различий в степени засоления почвы, густота всходов в различных местах одного и того же участка неодинакова. По этой причине создается неоднородность посевов в росте и развитии растений, что затрудняет в будущем машинную уборку урожая.

При сильном засолении почвы всходы сельскохозяйственных культур совсем не появляются или же большая их часть вскоре гибнет, на таких полях образуются засоленные пятна с сильно изреженными, карликовыми растениями или же голые пятна — выпады.

На засоленных почвах сильно задерживаются не только рост, но и развитие растений (прохождение их репродуктивных фаз). Так, на участках с засоленными почвами фазы развития хлопчатника, по сравнению с незасоленными почвами, задерживаются на срок до одного месяца и более (табл. 20).

Таблица 20

Рост и развитие хлопчатника при различном засолении почвы (О. Ф. Туева и П. Г. Марсакова)

Степень засоления почвы	Растений, тыс/га	Высота растений, см	Листовая поверхность, см	Фаза развития *			Урожай хлопка до морозов, ц/га
				бутонизация	цветение	созревание	
Слабая	77,0	65,6	1957	3.VI	8.VII	10.IX	31,4
Средняя	66,8	38,6	919	17.VI	22.VII	17.IX	14,9
Сильная	28,4	22,1	292	6.VII	8.VIII	—	5,5

Как видно, от степени засоления почвы зависит прохождение фаз цветения и созревания растений, густота стояния и урожайность хлопчатника.

Случаи более раннего раскрытия коробочек хлопчатника встречаются лишь на забугрениях, с низкорослыми растениями, при глубоком залегании грунтовых вод.

Вредное действие солей на растения проявляется в снижении плодоношения и урожайности сельскохозяйственных культур. Например, урожайность хлопчатника на слабозасоленных почвах, по сравнению с незасоленными, снижается на 10—20, на средnezасоленных — на 30—40, на сильнозасоленных — на 60—70% и больше. Так, данные (табл. 21) опытов в Центральной Фергане (Т. Бекматов, 1966—1967 гг.) и Западной Фергане (Г. Аминджанов, 1975—1976 гг.) показывают, что повышение засоленности почвы приводит к запаздыванию прохождения фаз цветения и созревания растений, снижению густоты стояния и урожайности хлопчатника.

В Центральной Фергане, при наличии в почве в начале вегетации 0,009—0,010% хлор-иона, наиболее токсичного для растений, урожай хлопка составил 33,3—34,5 ц/га, при 0,031—0,042% урожай снизился до 10,9—12,3 ц/га, при содержании же хлора 0,057—0,066% они составили 1,6—2,1 ц/га.

В Западной Фергане при меньшем содержании в почве хлора и лучшей, но одинаковой для всех участков агротехнике

**Влияние степени засоленности почвы
на продуктивность хлопчатника**

Показатель	1966 г.			1967 г.		
	I	II	III	I	II	III

Центральная Фергана (Бозский район)

Всех солей, % (14—15. V)*	0,963	1,415	1,716	0,942	1,508	1,855
Хлор-ион, % (14—15. V)*	0,009	0,031	0,057	0,019	0,042	0,066
50 % цветения растений	13.VII	18.VII	23.VII	10.VII	16.VII	22.VII
50 % созревания растений	17.IX	28.IX	22.IX	15.IX	25.IX	23.IX
Высота растений, см (15. VIII)	86,4	41,5	26,2	82,5	38,6	22,0
Густота стояния растений, тыс/га (10. X)	71	48	26	74	52	30
Урожай хлопка, ц/га	34,5	12,3	1,6	33,3	10,9	2,1

Показатель	1975 г.			1976 г.		
	I	II	III	I	II	III

Западная Фергана (Фрунзенский район)

Всех солей, % (3—15.V)**	0,476	0,582	1,296	0,439	0,801	1,052
Хлор-ион, % (3—15.V)**	0,023	0,025	0,030	0,022	0,025	0,032
50% цветения растений	20.VI	6.VII	18.VII	17.VI	27.VI	3.VII
50% созревания	19.VIII	29.VIII	1.IX	19.VIII	27.VIII	1.IX
Высота растений, см (1—3.IX)	88,7	69,2	50,5	85,3	67,6	49,7
Густота стояния растений, тыс/га (20—28.IX)	92,0	65,6	40,7	83,3	65,4	48,0
Урожай хлопка, ц/га	38,3	24,0	14,5	38,1	25,3	14,3

* Слой почвы 0—20 см

** Слой почвы 0—50 см

урожай снижался меньше, но также значительно (урожай с 38,1—38,3 ц/га снизились до 24,0—25,3 и далее до 14,5—14,3 ц/га).

Засоление почвы влияет не только на количество, но и качество урожая. С увеличением степени осолоненности почвы оно ухудшается. Так, у хлопчатника уменьшается длина волокна, ухудшается равномерность и снижается крепость волокна. Засоление почвы ухудшает качество клубней картофеля.

Однако для некоторых культур небольшое засоление почвы оказывает положительное действие, улучшая качество продукции: например, увеличивает сахаристость дынь, повышает содержание белка в зерне пшеницы, увеличивает содержание сахара в корнеплодах сахарной свеклы, ягодах винограда и др.

5. Нормы допустимого содержания солей в почве

При подготовке засоленных почв к посеву степень их опреснения должна позволять производить посевы любых сельскохозяйственных культур с хорошими результатами по количеству и качеству урожая. Содержание солей в почве, отвечающее такому опреснению, будет являться верхним допустимым пределом солесодержания.

Важно учитывать, что в различных районах, в зависимости от природных условий (характера почв, состава солей в них и др.), предельные для нормального развития сельскохозяйственных культур нормы солесодержания в почве различны. Для ряда орошаемых зон Узбекистана показатели верхнего допустимого предела солесодержания в почве приведены в табл. 22.

Таблица 22

Допустимое содержание солей в почве для нормального развития растений в первый период вегетации

Район	Допустимое содержание солей, %		
	плотный остаток (сумма солей)	сульфат-ион (SO_4)	хлор-ион (Cl)
Голодная степь	0,25—0,30	0,10—0,15	0,008—0,01
Ферганская долина,			
Бухарская область	0,75—1,0	0,30—0,40	0,01—0,015
Хорезмская область,			
Каракалпакская			
АССР	0,30—0,50	0,20—0,25	0,03—0,04

Повышенное допустимое солесодержание в почвах районов Ферганы и Бухары (до 0,75—1,0%) обусловлено большим преобладанием в составе солей этих районов сульфатных, менее вредных для растений солей, повышенное же допустимое содержание хлора в почве в районах Хорезма и Каракалпакии (до 0,03—0,04%) — значительным содержанием в почвах и грунтовых водах этих районов катиона кальция, ослабляющего токсическое действие солей.

При текущей мелиорации земель, когда возможности действия дренажа и нормы промывок земель ограничены, указанные в табл. 22 величины рассоления почв к посеву должны соответствовать глубине не менее 0,7 м для почв со слабой и 1,0 м — для почв с большой водоподъемной способностью. При корен-

ной же мелиорации земель, исключающей повторное засоление почвы, глубина рассоления должна быть не менее 2,0—3,0 м при обязательном опреснении верхнего слоя грунтовых вод и поддержании их уровня на глубине ниже критической.

Большое практическое значение имеет вопрос и о нижнем пределе опреснения засоленных орошаемых почв.

При снижении содержания солей в корнеобитаемом слое почвы до указанных в табл. 22 показателей возможно иметь нормальный рост и развитие сельскохозяйственных культур. Однако при этом в летне-осенний период, особенно после окончания вегетационных поливов, обычно происходит повторное засоление почвы. Это вновь потребует их промывки. Поэтому необходимо стремиться значительно опреснять почвы как по степени, так и по глубине.

Нет необходимости при этом добиваться полного, стопроцентного удаления всех солей из почвы. Достигнуть этого трудно, так как по мере рассоления почв и уменьшения солесодержания дальнейшее удаление солей все более затрудняется. В то же время полное солеудаление и не требуется, так как некоторый минимум солей — электролитов — в почве не только не вредит сельскохозяйственным растениям, но нередко стимулирует их рост и развитие.

Исходя из изложенного, можно наметить для различных районов следующие ориентировочные показатели нижнего предела рассоления орошаемых почв (табл. 23).

Таблица 23

Рациональные нормы предельного опреснения засоленных почв

Район	Содержание солей в % к весу почвы		
	плотный остаток	сульфат-ион (SO ₄)	хлор-ион (Cl)
Голодная степь	0,20—0,25	0,08—0,10	0,005—0,008
Ферганская долина	0,40—0,50	0,20—0,30	0,005—0,008
Хорезмская область,			
Каракалпакская АССР	0,25—0,30	0,10—0,20	0,01—0,03

Такую степень рассоления почвы на глубину 2—3 м, при достаточном опреснении и верхнего слоя грунтовых вод, желательно иметь к посеву сельскохозяйственных культур из года в год.

Глава IV

РЕЖИМ ГРУНТОВЫХ ВОД, ИХ БАЛАНС, КРИТИЧЕСКАЯ И ОПТИМАЛЬНАЯ ГЛУБИНЫ ЗАЛЕГАНИЯ. СОЛЕВОЙ РЕЖИМ ПОЧВЫ

1. Верховодка, грунтовые и напорные (артезианские) воды

В верхней толще земной коры по связи с геологическими условиями выделяют три основных типа вод: верховодку, грунтовые и напорные (артезианские) воды (А. Н. Семихатов).

Верхние воды, или верховодку, иногда называют почвенными водами, иногда подвешенными. Верховодка образуется в виде линз различной величины в более влагоемких слоях почвы, при насыщении их до полной влагоемкости. В зависимости от условий она то возникает, то исчезает.

Грунтовые воды заключены в верхнем водоносном слое почвогрунта, расположенном на водоупоре. Ту часть этого слоя, поры которой полностью заполнены водой, называют зоной насыщения. Расположенный выше слой, в котором поры не заполнены полностью водой и содержат еще и воздух, называют зоной аэрации. Часть зоны аэрации, непосредственно примыкающая к зоне насыщения, представляет так называемую капиллярную кайму (рис. 19). Это слой сплошного капиллярного увлажнения почвы над уровнем залегания грунтовых вод. В нем содержится наибольшее количество

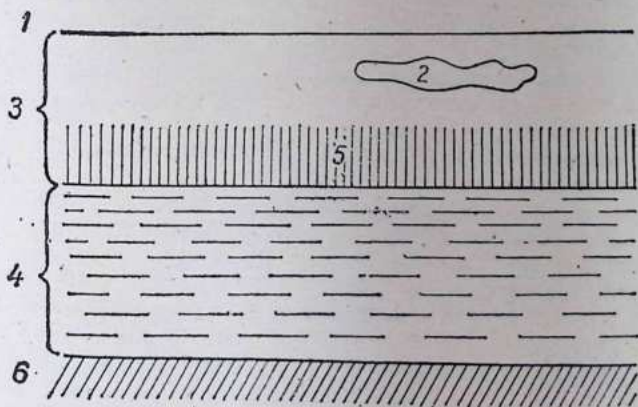


Рис. 19. Схема залегания грунтовых вод и верховодки:

1 — поверхность земли; 2 — верховодка; 3 — зона аэрации; 4 — зона насыщения (грунтовые воды); 5 — капиллярная кайма; 6 — водоупорный слой (водоупор)

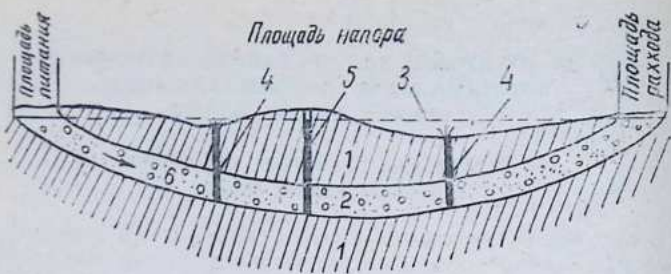


Рис. 20. Схема строения бассейна напорных вод (по А. Н. Семихатову):

1 — водонепроницаемые слои; 2 — водопроницаемый слой с напорной водой; 3 — линия подъема воды в скважинах (линия пьезометров); 4 — колодезь, дающий самонизливающуюся воду (артезианский колодезь); 5 — колодезь, в котором напорная вода не изливается; 6 — направление потока напорной воды

капиллярной воды, соответствующее капиллярной влагоемкости почвы.

В зависимости от условий грунтовые воды могут быть напорными и ненапорными, засоленными и незасоленными, безоточными (застойными) и отточными (подвижными) в разной степени.

Пресные и слабозасоленные грунтовые воды, при относительно близком залегании к поверхности почвы (1,5—2 м и выше) легко используются растениями.

Напорные (артезианские) воды образуются, если водопроницаемый слой, в который поступает вода, заключен между покрывающим и подстилающим его водонепроницаемыми слоями. Комплекс этих слоев может иметь чашеобразное, мульдообразное* или одностороннее наклоненное залегание. При этом водопроницаемый слой выходит на поверхность на отметках более высоких, чем остальная площадь его распространения (рис. 20).

Односторонний наклон слоев в артезианских бассейнах встречается редко.

Если на площади бассейна напорных вод пробурить некоторое число скважин, оборудовать их трубами и замерить в них пьезометрические** уровни воды, то окажется, что во всех трубах вода поднимается до определенного, одинакового уровня, причем в одних местах эти уровни могут оказаться выше поверхности земли, в других — ниже. В местах, где уровни воды выше поверхности земли, скважины будут давать самонизливаю-

* Мульда — корытообразный прогиб.

** Пьезометрические уровни — высота поднятия воды под влиянием напора в разных точках водоносного слоя или над поверхностью земли.

щуюся воду, там же, где уровни воды ниже поверхности земли, вода будет стоять более или менее глубоко от поверхности и может извлекаться с помощью насосов.

Подземные (артезианские) воды содержатся в толще песчано-галечниковых отложений на значительной глубине (с 10 до 30 м и больше) и всегда являются напорными, незасоленными или минерализованными в разной степени. Во многих случаях они пресные и широко используются на водоснабжение и орошение.

2. Режим грунтовых вод

Под режимом грунтовых вод понимают те изменения их уровня залегания, степени минерализации, состава солей, которые происходят в течение суток, сезона (года) или ряда лет. Таким образом можно рассматривать суточный, сезонный (годовой), а также многолетний режим грунтовых вод.

В зависимости от природных и ирригационно-хозяйственных условий залегание и движение грунтовых вод, а также их режим различны.

Если грунтовые воды находятся в движении, то их поверхность наклонена в направлении движения потока грунтовых вод. При неподвижном бассейне грунтовых вод их поверхность принимается за горизонтальную плоскость. Однако в природе она обычно не бывает строго плоской, а имеет отдельные неровности, обусловленные влиянием условий рельефа, свойств почвогрунта, местного притока или оттока грунтовых вод и др.

Режим грунтовых вод орошаемых районов формируется под влиянием многих факторов. Факторы эти следующие:

Климатические — атмосферные осадки (их количество, частота, интенсивность, распределение по периодам года), температура воздуха и почвы, ветровая деятельность, испарение, влажность воздуха и др.

Гидрологические — условия водоносности рек и других водных источников, количество поверхностных вод, просачивающихся в грунт, и др.

Геологические — характер геологического строения местности, литологические особенности пород (их пористость, водопроницаемость, слоистость) и др.

Геоморфологические — высотное положение местности, форма поверхности, характер рельефа.

Биологические — характер и состояние древесного и травянистого покрова, транспирационная деятельность растительности, влияние ее на испарение, температуру почвы и воздуха, на влажность и движение воздуха.

Ирригационно-хозяйственные — потери оросительной воды на фильтрацию из каналов, влияние коэффициента земельного использования, соотношение различных земель-

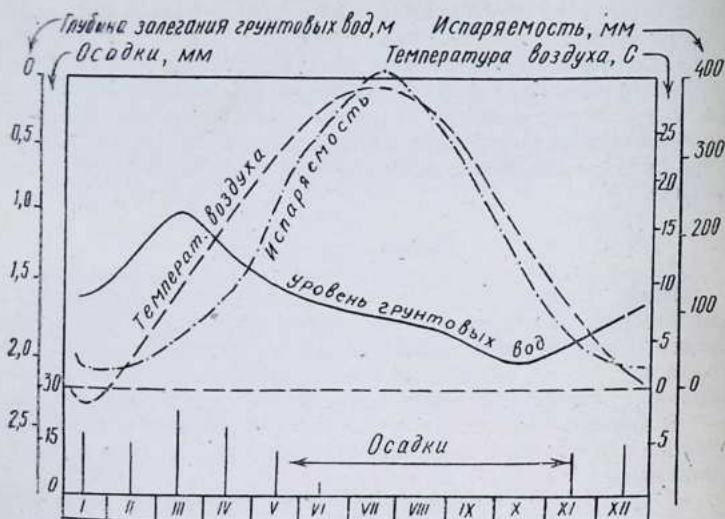


Рис. 21. Режим уровня залегания грунтовых вод орошаемого участка (Бухарская область)

ных угодий, действие коллекторно-дренажной сети на отток грунтовых вод и др.

Агротехнические — влияние размера и режима орошения сельскохозяйственных культур, способов орошения, техники поливов и др.

Различное сочетание и взаимодействие указанных факторов обуславливают особенности режима и баланса грунтовых вод того или иного участка или района.

Наиболее близкое в течение года залегание грунтовых вод к поверхности земли называют **максимальным**, наиболее глубокое — **минимальным**. Разность отметок максимального и минимального положения грунтовых вод (в см или м) представляет **амплитуду колебания грунтовых вод**.

На орошаемых землях годовая амплитуда уровней залегания грунтовых вод большей частью составляет 0,7—1,5 м. При этом грунтовые воды наиболее высоко залегают обычно весной, наиболее глубоко — осенью (рис. 21).

На орошаемых, подверженных засолению землях минерализованные грунтовые воды залегают относительно высоко. Большой частью преобладают глубины залегания в 1—1,5 м весной и 1,75—2,5 м осенью, на части же площади весной 0,8—1,2 м и осенью 1,5—1,8 м.

Подъем грунтовых вод начинается в зимний период и усиливается весной под влиянием прекращения или сильного снижения транспирации, уменьшения испарения влаги почвой, выпадения атмосферных осадков, проведения запасных и промывных поливов.

Пополнение и подъем грунтовых вод за счет атмосферных осадков зависят от количества выпавших осадков, коэффициента инфильтрации их в почвогрунт, глубины залегания грунтовых вод.

В зависимости от условий (фильтрационные свойства почвогрунта, недостаток насыщения его влагой до полевой влагоемкости, уклон участка и др.) колебание коэффициента инфильтрации по месяцам может быть значительным (рис. 22).

На положение грунтовых вод влияют потери воды на фильтрацию из оросительных каналов. Условия фильтрации воды из каналов изменяются в зависимости от положения уровня грунтовых вод.

Первая стадия фильтрации, когда фильтрационные токи еще не достигают грунтовых вод, представляет собой свободную фильтрацию. Когда объем фильтрационных вод, достигших грунтового потока, начнет превышать возможный отток грунтовых вод, начинается вторая стадия фильтрации — образование бугра грунтовых вод под каналом. При непрерывном наращивании этого бугра грунтовые воды приблизятся ко дну канала, а затем поднимутся и выше отметок дна канала. В этих условиях (третья стадия) происходит подпертая фильтрация воды из канала (рис. 23). При длительной подпертой фильтрации уровень залегания грунтовых вод на прилегающей к каналу площади все более повышается.

Минерализация (засоленность) грунтовых вод может повышаться весной, так как, поднимаясь в это время вверх, они по пути

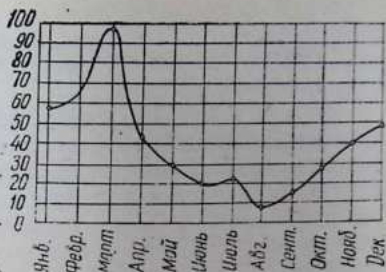


Рис. 22. Колебания коэффициента инфильтрации по месяцам в процентах от месячной суммы осадков (И. В. Фигуровский — по данным ряда исследователей)

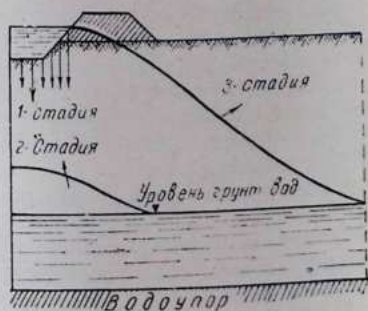


Рис. 23. Схема стадий фильтрации воды из канала

растворяют соли, находящиеся в почвогрунте. Минерализация весной, в сравнении с осенью, может возрасти и в результате вымыва из почвы (до грунтовых вод) части солей атмосферными осадками и поливами.

Отмечаются часто случаи и обратного порядка — более высокая минерализация грунтовых вод осенью под влиянием расхода их на испарение, вымыва солей в грунтовые воды осенними промывками, действия и других факторов.

В засушливых районах верхние слои грунтовых вод обычно более минерализованы, чем нижние. Однако может встречаться и иная послойная минерализация. В частности на дренированных землях, при орошении и промывках верхние слои грунтовых вод опресняются.

На орошаемых землях минерализация верхнего слоя грунтовых вод по сумме солей находится в пределах 0,5—8—10 г/л. При таком содержании солей грунтовые воды по степени минерализации обычно подразделяют на четыре группы (табл. 24).

Таблица 24

Содержание солей в грунтовых водах, г/л

Засоленность грунтовой воды	Плотный остаток	Хлор-ион
Незасоленная (пресная)	до 1—1,5	до 0,15—0,30
Слабая	1,5—3,0	0,20—0,50
Средняя	3,0—5,0	0,25—0,70
Сильная	5,0—8,0	0,30—1,00

В зависимости от природных и ирригационно-хозяйственных условий режим грунтовых вод орошаемых земель может быть разным: гидроморфным (луговым), при близком залегании грунтовых вод (около 1,5 м); полуавтоморфным (лугово-сероземным), при залегании грунтовых вод на глубине 1,5—3,0 м; автоморфным (сероземным), при постоянно глубоком залегании грунтовых вод (глубина 3—5 м).

Типы сезонного режима грунтовых вод также могут быть разными. Выделяют четыре типа: гидрологический, климатический, ирригационно-климатический и ирригационный (А. Г. Владимиров).

Гидрологический тип сезонного режима наблюдается в пределах речных пойм, сложенных галечниками и песчано-суглинистыми, хорошо водопроницаемыми отложениями. Наибольший подъем уровня грунтовых вод на таких территориях приурочен к пикам паводка в реках (рис. 24).

Климатический тип режима распространен на неорошаемых землях засушливой зоны, достаточно удаленных от гор. При таком режиме спад уровня грунтовых вод под влиянием

ем испарения происходит в летний период и наибольшей величины достигает осенью. В конце осени начинается подъем грунтовых вод, достигающий максимума весной.

Ирригационно-климатический тип режима характерен для пониженных участков орошаемых территорий, где грунтовые воды и до орошения залегали близко от поверхности земли. При этом режиме отмечаются два пика подъема грунтовых вод: весенний, соответствующий климатическому режиму уровня грунтовых вод, и летний, когда грунтовые воды значительно пополняются за счет фильтрационных вод из оросительных каналов и с орошаемых полей (рис. 25).

Ирригационный тип режима распространен на тех орошаемых землях, где до орошения грунтовые воды залегали на глубине ниже критической, а при орошении приблизились к поверхности земли.

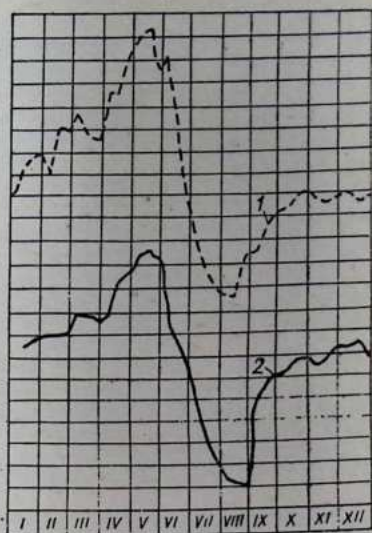


Рис. 24. Гидрологический тип сезонного режима уровня грунтовых вод (по А. Г. Владимирову):

1 — режим расхолов воды в одной из рек;
2 — режим уровней воды в скважине, расположенной в 80 м от реки



Рис. 25. Климатический и ирригационно-климатический типы режима уровня грунтовых вод (по А. Г. Владимирову):

1 — климатический тип режима (неорошаемый участок); 2 — ирригационно-климатический тип (орошаемый участок)

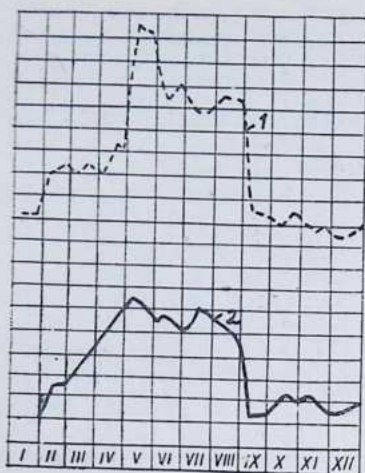


Рис. 26. Ирригационный тип сезонного режима уровня грунтовых вод (по А. Г. Владимирову):

1 — расходы воды в оросительном канале;
2 — колебания уровня воды в скважине, расположенной в 25 м от канала

Для этого типа режима характерно высокое залегание грунтовых вод в период вегетационных и промывных поливов. Вблизи от оросительных каналов режим уровня грунтовых вод с большой точностью повторяет режим расходов воды в каналах (рис. 26).

Выделяют также три типа многолетнего режима грунтовых вод: устойчиво-благоприятный, неустойчивый, устойчиво-неблагоприятный на режим заболачивания и режим засоления.

Изучение режима грунтовых вод и его формирования является очень важным для определения практических мероприятий по управлению этим режимом в целях улучшения мелиоративного состояния орошаемых земель.

3. Баланс грунтовых вод

При разработке для определенной территории комплекса мелиоративных мероприятий, установления норм орошения и дренирования земель важно знать количественные показатели слагаемых как общего водного баланса, так и частных водных балансов этой территории (баланса поверхностных вод, баланса зоны аэрации, баланса грунтовых вод). Особенно важен анализ баланса грунтовых вод, от изменения запасов которых часто зависит мелиоративное состояние земель.

Для орошаемых территорий метод водного баланса и, в частности, баланса грунтовых вод разработан исследованиями А. Н. Костякова, М. М. Крылова, Н. А. Кенесарина, А. П. Вавилова, С. Ф. Аверьянова, А. Г. Владимирова, Д. М. Каца и др.

Баланс грунтовых вод за определенный период времени (например, за оросительный период года, за год, за ряд лет) может рассчитываться на различную площадь (отдельного участка, земельного массива, района).

В общем виде баланс грунтовых вод может быть выражен уравнением: $\Delta W = \pm (W_k - W_n) = \pm (W_1 - W_2)$

где ΔW — прибыль или убыль запаса грунтовых вод (итог баланса); W_k — конечный запас; W_n — начальный запас; W_1 — общий приход; W_2 — общий расход грунтовых вод (в $\text{м}^3/\text{га}$, или мм слоя воды в расчетной толще почвогрунта). Величины в мм можно перевести в $\text{м}^3/\text{га}$ и обратно по соотношению: слой воды в 1 мм = $10 \text{ м}^3/\text{га}$. Расчетной толщиной обычно принимается толща почвогрунта в 3 м.

В орошаемых районах главными приходными статьями баланса грунтовых вод являются: поступление вод за счет атмосферных осадков, фильтрационных потерь воды из оросительных каналов и на полях орошения, а также подземного притока. Расходные статьи слагаются в основном из расхода грунтовых вод на испарение из почвы, на транспирацию, подземный, отток, а также сток по коллекторно-дренажной сети.

Количественные соотношения приходных и расходных статей баланса грунтовых вод, в зависимости от природных и ирригационно-хозяйственных условий района, хозяйства или участка могут быть разными. В связи с этим итог баланса (ΔW) может быть либо положительным (что означает подъем уровня грунтовых вод), либо отрицательным (понижение этого уровня), иногда уравновешенным ($\Delta W = 0$, так как $W_1 = W_2$).

На землях, подверженных засолению или заболачиванию, необходимо иметь отрицательный итог баланса, при котором общий расход грунтовых вод больше их общего прихода. В этом случае запас грунтовых вод уменьшается и уровень их залегания понижается. Это улучшает солевой режим почвы, а также устраняет опасность ее заболачивания.

Величину подъема или понижения уровня грунтовых вод можно рассчитать по уравнению:

$$dh = \pm \frac{\Delta W \cdot 100}{\delta}$$

где dh — величина подъема или понижения уровня грунтовых вод, см; ΔW — изменение запаса грунтовых вод, см (водного слоя); δ — коэффициент водоотдачи* грунта при опускании грунтовых вод, или свободная порозность** при подъеме грунтовых вод (в процентах от объема грунта).

Если ΔW выражена в $\text{м}^3/\text{га}$, то $dh = \pm \frac{\Delta W}{6}$.

* Коэффициент водоотдачи — отношение объема свободно истекшей воды из грунта, насыщенного до полной влагоемкости, к объему этого грунта (при мощности слоя 2—3 м от 5—8% для тяжелых, до 15—16% — для легких грунтов).

** Свободная порозность — объем пор незаполненный водой до полной влагоемкости (при влажности соответствующей полевой влагоемкости от 8—13% для тяжелых, до 25—30% — для легких грунтов).

Возможные количественные показатели различных статей баланса грунтовых вод, соотношения суммарного испарения и оттока грунтовых вод можно видеть из следующих данных по Голодной степи (табл. 25).

Таблица 25

Баланс грунтовых вод Пахтааральского и Ильичёвского районов
(данные Д. М. Каца)

Балансовые районы	Приходные статьи, мм			Расходные статьи, мм		Разность подземного притока и оттока, мм	Изменение запасов грунтовых вод, мм
	атмосферные осадки	фильтрация из магистральных и распределительных каналов	оросительные воды и фильтрация из внутрихозяйственной сети	аренажный сток	испарение и транспирация		
1	29,0	70,4	40,7	—	279,3	+118,2	—21,0
2	27,0	231,2	112,7	73,3	237,1	—66,8	—6,3
3	12,0	192,3	107,0	72,7	92,1	—147,9	—1,4
4	57,0	145,6	92,3	67,2	363,0	+127,6	—7,7
5	50,0	114,9	111,3	150,4	244,1	+83,3	—35,0
6	15,0	142,7	113,8	62,9	121,4	—107,5	—20,3

Балансовые районы: 1-й (Сардобинское понижение), 4-й (Пахтааральская депрессия) и 5-й (озерная терраса) относятся к зоне резкого преобладания испарения над оттоком; 2-й (полоса земель вдоль Кировского канала) — к зоне преобладания испарения над оттоком; 3-й (земли повышенного рельефа) и 6-й (земли, дренируемые рекой) — к зоне относительно повышенного оттока.

А. Г. Владимировым разработан метод дифференцированного баланса грунтовых вод, при котором различные статьи баланса определяются для различных интервалов глубины расчетного слоя почвогрунта.

Исследования по этому методу позволили сделать следующие важные выводы:

— уровень грунтовых вод, поднятый интенсивным поливом, опускается под влиянием суммарного испарения и силы тяжести самой воды (действие разности между уровнем воды на политом поле и пьезометрическим уровнем напорной воды, находящейся в нижележащем горизонте);

— когда зеркало грунтовых вод опускается до глубины, соответствующей пьезометрическому уровню напорных вод, гидравлический спад (падение уровня грунтовых вод под действием силы тяжести) становится равным нулю;

— дальнейшее падение зеркала грунтовых вод возможно только за счет суммарного испарения. При этом создается об-

ратный гидродинамический напор, определяющий непрерывный подток снизу собственно грунтовых вод. Уровень грунтовых вод перестает падать на глубине, где скорость подтока собственно грунтовых вод снизу и скорость суммарного испарения равны.

Анализ количественного соотношения приходных и расходных статей баланса грунтовых вод позволяет выявить направленность происходящих изменений их режима, установить причины, вызывающие ухудшение или улучшение этого режима. В случае ухудшения мелиоративного состояния земель следует наметить практические меры по мелиоративному оздоровлению территории. Этот метод позволяет также составлять прогноз режима грунтовых вод в случаях, когда проектируемые мелиоративные мероприятия нарушают установившийся водный баланс территории.

4. Критическая и оптимальная глубины залегания грунтовых вод

Основной источник засоления орошаемых почв — близко залегающие к поверхности земли минерализованные грунтовые воды. Поэтому установление показателей критической и оптимальной глубин их залегания представляет собой очень важный для мелиоративной практики вопрос. Указанные показатели являются исходными при проектировании и строительстве дренажа на подверженных засолению или заболачиванию землях и планировании на них мелиоративных мероприятий.

Установлено, что при наличии пресных грунтовых вод (содержание воднорастворимых солей до 1—1,5 г/л) оптимальным является залегание их на глубине 1—1,5 м. Подъем грунтовых вод до отметок 0,6—0,5 м от поверхности земли и выше недопустим, так как вызывает заболачивание почвы, при котором в почве создается избыток влаги, недостаток аэрации (кислорода) для дыхания корней растений. В таких условиях растения угнетаются, количество и качество урожая снижается.

Если грунтовые воды минерализованы, то их подъем до отметок 2,5—1,5 м от поверхности земли и выше вызывает засоление почвы. При высоком (выше 1,5 м) и устойчивом залегании значительно минерализованных грунтовых вод неизбежно сильное засоление почвы. Оно особенно интенсивно при слабом оттоке грунтовых вод.

При наличии минерализованных грунтовых вод, вызывающих засоление почвы, залегание их должно быть достаточно глубоким (ниже критического уровня).

Под критической глубиной залегания грунтовых вод обычно понимают ту наибольшую глубину их залегания (в летний, наиболее напряженный по температуре период), при которой капиллярные токи грунтовых вод достигают корнеобитаемого слоя почвы и начинают его засаливать.

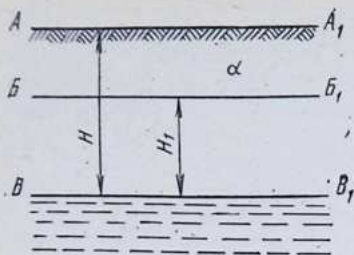


Рис. 27. Схема условий критического уровня минерализованных грунтовых вод (по Б. Б. Полюнову):

АА, — поверхность почвы; ББ, — поверхность капиллярной каймы; ВВ, — уровень залегания грунтовых вод; Н — глубина залегания грунтовых вод; Н₁ — мощность капиллярной каймы; α — мощность незасоляющегося слоя почвы

Схема условий критического уровня минерализованных грунтовых вод (по Б. Б. Полюнову) представлена на рис. 27.

Для почв в той или иной степени засоленных критической является та глубина залегания грунтовых вод, при которой процессы засоления и рассоления почвы уравниваются (Б. В. Федоров). Такое определение наиболее правильно отражает существо рассматриваемого вопроса.

При критической глубине залегания грунтовых вод общий приход и общий расход солей и почве за сезон

одинаковы. Почва по засоленности остается прежней. При глубине грунтовых вод выше критической в почве преобладают восходящие солевые токи (приход солей больше их расхода), т. е. засоление усиливается. При глубине ниже критической, наоборот, преобладают нисходящие солевые токи, содержание солей (при определенных нормах орошения и ее дренажирования) уменьшается и почва постепенно рассоляется.

Для различных условий показатели критической глубины залегания грунтовых вод не одинаковы. Они зависят в основном от капиллярных свойств почвы (ее водоподъемной способности), степени минерализации грунтовых вод, климатических условий местности (напряжения температур и сухости воздуха, величины испарения).

При оценке водоподъемной способности почвы имеют значение не только высота капиллярного подъема воды почвой, но и скорость этого подъема и, следовательно, объем минерализованной воды, перемещаемой почвой по капиллярам за определенный период времени.

Чем тяжелее механический состав грунта, тем больше может быть высота капиллярного поднятия воды и солевых растворов, но скорость этого поднятия меньше, и наоборот, чем легче механический состав и крупнее почвенные частицы, тем больше скорость поднятия, но высота поднятия меньше (рис. 28).

В целом водоподъемная способность почвы сильнее выражена у легких, более рыхлых почв и менее у почв тяжелого механического состава. В связи с этим, например, для рыхлых микроструктурных суглинков Голодной степи с высокой водо-

подъемной способностью критическая глубина залегания грунтовых вод значительно больше, чем для плотных, тяжелых почв восточных районов Ферганской долины.

Величина критической глубины залегания грунтовых вод зависит также от степени минерализации грунтовых вод и климата местности. Чем сильнее минерализованы грунтовые воды, суше и жарче климат, тем выше величина критического уровня, тем глубже нужно удерживать грунтовые воды, чтобы избежать засоления почвы.

При учете данных лизиметрических исследований и полевых опытов с хлопчатником, где изучался солевой режим почвы при различной глубине и степени минерализации грунтовых вод, примерные показатели критической и наименьшей допустимой глубины их залегания на орошаемых, подверженных засолению землях, являются следующими (табл. 26).



Рис. 28. Схематические кривые капиллярного подъема грунтовой воды разными грунтами (по С. И. Тюремову)

Таблица 26

Критическая и допустимая глубины залегания грунтовых вод в летний период

Водоподъемная способность почвы	Минерализация грунтовых вод, г/л	Критическая глубина залегания грунтовых вод, м	Наименьшая допустимая глубина залегания грунтовых вод, м
Слабая	1,5—3	1,2—1,5	1,5—1,7
"	3—5	1,5—1,7	1,7—2,0
Средняя	3—5	1,7—2,0	2,0—2,3
Сильная	3—5	2,0—2,2	2,3—2,5
"	5—8	2,2—2,5	2,5—3,0

Приведенные меньшие показатели критической и допустимой глубин залегания грунтовых вод могут быть приняты для северной и центральной и большие — для южной климатических зон Узбекистана.

При сильно выраженном питании грунтовых вод за счет напорных подземных вод, указанные в табл. 26 показатели критической и наименьшей допустимой глубин залегания грунтовых вод будут на 0,7—0,9 м большими.

5. Солевой режим и баланс почвы

Режим и баланс грунтовых вод в большой мере определяют солевой режим и баланс почвы. Для расчета солевого баланса нужно знать: исходный запас солей в почве, приход и расход солей за определенный период времени.

Главные приходные и расходные статьи солевого баланса почвы видны из следующего уравнения (В. А. Ковда):

$$\Delta S = S_z + (S_{uw} s_{uw}) + S_{lw} - S_v,$$

где ΔS — изменение в суммарном содержании солей; S_z — суммарный запас в начале периода; S_{uw} — приток от грунтовых вод; s_{uw} — вынос в грунтовые воды; S_{lw} — приток с ирригационными водами; S_v — вынос с урожаем.

Дополнительными статьями прихода солей могут быть: поступление солей с атмосферными осадками (в виде твердой пыли или с водой), с продуктами минерализации растительных и животных организмов, с удобрениями.

Вынос солей возможен также за счет поверхностного стока, выдувания солей ветром. Наибольшую долю в расходе солей составляет вынос солей поливными и промывными водами в собственную толщу почвогрунта, в грунтовые воды, а также через коллекторно-дренажную сеть.

Результат солевого баланса почвы зависит в основном от соотношения прихода солей с оросительной водой и за счет испарения грунтовых вод и расхода солей с дренажными водами. При ухудшении мелиоративного состояния земель приход солей всегда больше их расхода. Размер прихода солей, при определенных климатических условиях и глубине залегания грунтовых вод, будет зависеть от степени минерализации оросительных вод, а также величины поступления в почву оросительных и грунтовых вод, а также величины испарения грунтовых вод.

Величина расхода на испарение грунтовых вод в большей мере определяется капиллярными свойствами (водоподъемной способностью) почв. В этом отношении можно выделить три группы почв: со слабой, средней и большой водоподъемной способностью. В Узбекистане примером первой могут являться тяжелые плотные почвы восточных районов Ферганской долины, второй — среднесуглинистые, достаточно однородные по строению и сложению почвы многих хлопкосеющих районов, третьей — рыхлые микроструктурные почвы ряда районов Голодной степи.

На почвах с большой водоподъемной способностью расходы грунтовых вод на испарение и транспирацию могут быть весьма значительными. Так, в однородных среднесуглинистых почвах Голодной степи по И. К. Киселевой (на Пахтааральской опытной станции) они находились в пределах: при глубине залегания грунтовых вод 1 м 64,0—86,5%, 2 м — 24,7—45,7%,

3 м — 4,9—7,3% суммарного водопотребления. По данным полевых исследований Н. Ф. Беспалова (на той же станции) эти показатели при глубине залегания грунтовых вод 1,5 м были на уровне 60—65%, 2,5 м — 40—45%, 3,5 м — 25—30%.

По обобщенным данным полевых опытов и лизиметрических исследований СоюзНИХИ, для расчетов солевого баланса хлопковых полей, нормы расхода оросительной и грунтовой вод на суммарное водопотребление могут быть приняты следующие (табл. 27).

Таблица 27

**Расходы оросительной и грунтовой вод
хлопковым полем (районы центральной
климатической зоны)**

Глубина зале- гания грунто- вых вод, м	Суммарное во- допотребление, м³/га	В том числе в процентах за счет воды		Расходы воды, м³/га (округленно)	
		оросительной	грунтовой	оросите льной	грунтовой
<i>Почвы со слабой водоподъемной способностью</i>					
1	7800	45	55	3500	4300
2	7600	72	28	5500*	2100
3	7400	95	5	7000	400
4	7000	100	—	7000	—
<i>Почвы со средней водоподъемной способностью</i>					
1	8600	35	65	3000	5600
2	8200	55	45	4500	3700
3	7300	82	18	6000	1300
4	6500	95	5	6175	325
<i>Почвы с большой водоподъемной способностью</i>					
1	10000	25	75	2500	7500
2	8600	35	65	3000	5600
3	7200	50	50	3600	3600
4	6000	75	25	4500	1500

Как видно, соотношение расходов оросительной и грунтовой вод в зависимости от свойств почвы и глубины залегания грунтовых вод весьма различно: от 7000 до 2500 м³/га оросительной воды, при расходах грунтовой воды (соответственно) от 0 до 7500 м³/га.

Соответствующие показатели расхода оросительной и грунтовой вод на суммарное водопотребление хлопковым полем мо-

* При иных (промежуточных) глубинах залегания грунтовых вод (например 1,2; 1,5 м и др.) могут быть взяты соответствующие промежуточные расходы оросительной и грунтовой воды.

гут быть определены для районов северной и южной климатических зон.

В солевом балансе почвы расход солей определяется в основном их выносом с дренажными водами. Однако не вся отводимая дренажная вода участвует в выносе солей из верхнего активного слоя почвы, определяющего ее плодородие.

В хлопкосеющих районах (в Ферганской долине, Голодной степи) грунтовые воды пополняются не только за счет атмосферных осадков и фильтрационных вод из оросительных каналов и орошаемых полей. Часто они пополняются за счет подземных напорных вод. Если их постоянный напор превышает на определенную величину уровень заложения дрен, то до 50—75% дренажного стока приходится на долю этих вод, не участвующих в выносе солей из верхнего корнеобитаемого слоя почвы.*

Основываясь на величинах поступления оросительной воды, расхода грунтовых вод на испарение, а также отвода вод дренажем, можно делать расчеты сезонного соленакопления в почвах с различной водоподъемной способностью, глубиной залегания и степенью минерализации грунтовых вод.

Ниже приведены результаты такого расчета (А. Е. Нерозин) для хлопковых участков при следующих исходных данных.

Центральная климатическая зона. Почвы со слабой, средней и большой водоподъемной способностью, при залегании грунтовых вод на глубине 1,2 и 3 м. Минерализация оросительных вод — 0,75 (хлора 0,08) г/л, грунтовых и дренажных вод — 5,0 (хлора 0,30) г/л.

Среднегодовой дренажный модуль и сток (при различной водоподъемной способности и водоотдаче почв и отсутствии промывных поливов) — 0,08—0,10—0,12 л/сек/га (2500—3100—3500 м³/га). При напорном питании грунтовых вод доля участия в дренажном стоке подземных вод принята в размере 50%.

Приход солей (хлора) определялся из поступления их с оросительными, а также с грунтовыми водами при их испарении, а расход — выносом солей дренажными водами.

Приход и расход солей рассчитывался в т/га, сезонное накопление хлора (С) — в процентах от веса сухой почвы по формуле:

$$C = \frac{W}{100 \cdot h \cdot \alpha},$$

где W — накопление хлора в почве, т/га;

h — расчетный слой почвы, м (0,6 м);

α — объемный вес почвы, т/м³ (1,35 т/м³, для почв со слабой водоподъемной способностью 1,40 т/м³).

Результаты расчета (табл. 28) показывают, что с повышением уровня залегания грунтовых вод с 3 до 2 м сезонное накоп-

* Акад. С. Ф. Аверьянов. Горизонтальный дренаж при борьбе с засолением орошаемых земель. М., АН СССР, 1959.

ление хлора значительно увеличивается, а при повышении этого уровня с 3 до 1 м резко возрастает. При ненапорном питании грунтовых вод в первом случае оно достигает 0,32—0,78 т/га (0,004—0,010%), во втором — 0,82—1,31 т/га (0,010—0,16%); при напорном питании грунтовых вод соответственно 0,70—1,35 т/га (0,008—0,17%) и 1,20—1,88 т/га (0,014—0,023%).

Таблица 28

**Сезонное накопление хлора в почве
(при отсутствии промывных поливов)**

Глубина залегания грунтовых вод, м	Поступление хлора с водой, т/га			Вынос хлора дренажем, т/га	Солевой баланс по хлору, т/га	Сезонное накоп- ление хлора, %	Вынос хлора дренажем, т/га	Солевой баланс по хлору, т/га	Сезонное накоп- ление хлора, %
	оросительной	грунтовой	всего						
				при ненапорном питании грунтовых вод			при напорном питании грун- товых вод		

Почвы со слабой водоподъемной способностью

1	0,280	1,290	1,570	0,750	+0,820	0,0098	0,375	+1,195	0,0142
2	0,440	0,630	1,070	0,750	+0,320	0,0038	0,375	+0,695	0,0083
3	0,560	0,120	0,680	0,750	-0,070	0,0009	0,375	+0,305	0,0036

Почвы со средней водоподъемной способностью

1	0,240	1,680	1,920	0,930	+0,990	0,0122	0,465	+1,465	0,0181
2	0,360	1,110	1,470	0,930	+0,540	0,0067	0,465	+1,005	0,0124
3	0,480	0,450	0,930	0,930	0,0	0,0	0,465	+0,465	0,0057

Почвы с большой водоподъемной способностью

1	0,200	2,250	1,450	1,140	+1,310	0,0162	0,570	+1,880	0,0232
2	0,240	1,680	1,920	1,140	+0,780	0,0096	0,570	+1,350	0,0167
3	0,288	1,080	1,368	1,140	+0,228	0,0028	0,570	+0,798	0,0099

При повышенной минерализации грунтовых вод (5 г/л) и отсутствии промывных поливов исключить полностью сезонное соленакопление в почве очень трудно. Так, на почвах со средней водоподъемной способностью это достижимо лишь при глубине грунтовых вод 3 м, а при большой водоподъемной способности — глубже 3 м. Но при этом почва к концу сезона остается засоленной, если исходное содержание хлора в ней (к посеву) превышает 0,01%.

При исследовании солевого баланса почв приведенный метод расчета прихода и расхода солей, а также сезонного соленакопления в почве может быть использован для различных почвенно-мелиоративных условий и интенсивности действия дренажа орошаемых земель.

Часть вторая

МЕЛИОРАЦИЯ ЗАСОЛЕННЫХ И ЗАБОЛАЧИВАЕМЫХ ОРОШАЕМЫХ ЗЕМЕЛЬ

Глава V

СИСТЕМА МЕРОПРИЯТИЙ ПО ПРЕДУПРЕЖДЕНИЮ И БОРЬБЕ С ЗАСОЛЕНИЕМ И ЗАБОЛАЧИВАНИЕМ ЗЕМЕЛЬ

1. Система мелиоративных мероприятий

Большое значение в дальнейшем подъеме сельского хозяйства, повышении урожаев, валового производства хлопка и другой сельскохозяйственной продукции имеет предупреждение и борьба с засолением и заболачиванием земель.

Невыполнение мелиоративных мероприятий на орошаемых землях с недостаточным оттоком грунтовых вод ухудшает баланс грунтовых вод, способствует постепенному их подъему, развитию процессов засоления и заболачивания почв. Естественно, что какая-то часть земель с нормальными, незасоленными почвами может засолиться. На других землях имеющееся уже засоление может усилиться настолько, что происходит их выпадение из сельскохозяйственного оборота.

Важно поэтому во всех хозяйствах и районах, где по природным условиям мелиоративное состояние земель может ухудшаться, планомерно проводить мероприятия, направленные на предотвращение и борьбу с засолением и заболачиванием земель. Принимаемые меры должны быть при этом такими, чтобы могли коренным образом улучшить мелиоративное состояние земель, рассолить их надежно и прочно (без реставрации засоления) и не допустить возникновения неблагоприятных явлений (например, солонцеватости почвы).

Мелиоративные мероприятия на орошаемых землях складываются из мер предупреждения засоления и заболачивания земель и мер борьбы с уже имеющимся их засолением и заболачиванием.

Основные задачи предупредительных мероприятий заключаются:

- 1) в недопущении потерь воды, вызывающих подъем грунтовых вод;
- 2) во всемерном уменьшении испарения влаги почвой;
- 3) в снижении высокого уровня залегания грунтовых вод.

Недопущение или наибольшее снижение в хозяйствах потерь воды достигается благодаря правильному водопользованию, мерам борьбы с фильтрацией воды из оросительных каналов, внедрению водооборота и другим водохозяйственным мерам, обеспечивающим бережное и экономное расходование воды (не в ущерб урожаю). Большое значение в этом отношении имеет и ряд агромелиоративных мероприятий (планировка орошаемых полей, совершенные способы и техника поливов и др.).

Испарение влаги почвой уменьшается, если почва поддерживается в рыхлом, мелкокомковатом состоянии, создаются условия для быстрого развития сельскохозяйственных культур и раннего затенения ими почвы. Такие условия создаются при выращивании ползучих лесных полос, внедрении севооборотов с посевами люцерны, при высококачественной агротехнике возделывания культур.

Первоочередными мерами снижения уровня залегания грунтовых вод являются: правильный режим и размер орошения сельскохозяйственных культур; совершенствование способов полива, антифильтрационные меры на оросительных каналах, лесонасаждение, посевы в севообороте с люцерной.

Установлено, что водохозяйственные и агромелиоративные мероприятия, хотя и не являются (за исключением промывных поливов) прямыми мерами борьбы с засолением земель, однако играют важную роль в создании условий постепенного засоления и окультуривания почв, ускорения процесса их мелиорации. Поэтому их наиболее полное применение во всех случаях совершенно обязательно и необходимо.

Однако там, где земли засолены сильно, а засоленные грунтовые воды залегают высоко и имеют плохой отток, отмеченных мероприятий недостаточно. На таких землях необходимо провести специальную борьбу с засолением — применив дренаж, а также промывки почв от солей.

Дренаж и промывки, в сочетании с другими агромелиоративными и водохозяйственными мероприятиями, позволяют коренным образом улучшить состояние засоленных земель, в короткие сроки их рассолить и окультурить.

Таким образом, для мелиорации земель, как правило, требуется не одно какое-либо мероприятие, а комплекс, система мер, направленная на улучшение климатических условий местности и микроклимата орошаемых полей, водно-физических и химических свойств почвы, режима грунтовых вод, водно-солевого режима земель.

По своему содержанию и характеру комплекс мелиоративных мероприятий складывается из трех основных групп:

водохозяйственных, направленных на максимальное производительное использование оросительной воды и недопущение потерь ее, вызывающих подъем грунтовых вод;

агромелиоративных, таких, как планировка орошаемых полей, лесонасаждения, освоение севооборотов с культурой люцерны, промывка засоленных почв и задач, которых является в основном улучшение водно-физических свойств почвы, их водного и солевого режимов, а также элементов климата;

гидротехнических (инженерно-мелиоративных), при которых для регулирования и улучшения режима поверхностных и грунтовых вод сооружаются и используются на реках гидротехнические узлы и плотины, водохранилища, строятся коллекторно-дренажная сеть и др.

Для получения наибольшего эффекта важно, чтобы мелиоративные мероприятия (водохозяйственные, агро-мелиоративные, инженерно-мелиоративные) дополнялись и организационно-техническими мероприятиями.

Главными из этих мероприятий являются:

- правильная организация территории орошаемых хозяйств с целью производительного использования воды, земли и механизмов (недопущение разбросанности орошаемых участков, освоение и использование земель постоянными, цельными массивами, создание укрупненных, хорошо спланированных поливных участков, правильное размещение севооборотных полей, защитных лесных полос и др.);

- организация хорошо поставленной службы эксплуатации оросительной и коллекторно-дренажной сети и мелиоративного контроля земель;

- осуществление мероприятий по механизации водохозяйственных и мелиоративных работ (обеспечение орошаемых хозяйств, ирригационных строений и мелиоративных систем орудиями и механизмами для постройки и эксплуатации оросительных каналов и сооружений, коллекторов и дрен, для планировки полей и т. д.);

- подготовка квалифицированных кадров по проектированию, строительству и эксплуатации мелиоративных систем.

2. Мелиоративное и гидромодульное районирование

Для повышения плодородия почв, наиболее производительного использования земель и водных ресурсов необходимо применение на территории хозяйства, района, оазиса дифференцированного комплекса мелиоративных мероприятий. С этой целью разрабатывают мелиоративное и гидромодульное районирование территории, осуществление же мероприятий корректируют и уточняют данными мелиоративного контроля земель.

Мелиоративное районирование с детализацией, доводимой до земельных массивов и полей отдельных хозяйств (колхозов

и совхозов), называют агромелиоративным районированием.

Метод мелиоративного и более детального агромелиоративного районирования земель возник в результате комплексного использования методики общего физико-географического районирования территории, а также методики специальных видов районирования: климатического, гидрогеологического, агропочвенного и др.

Для разработки гидрогеологического, почвенно-мелиоративного и гидромодульного районирования территории Средней Азии большое значение имели труды М. А. Шмидта, М. М. Крылова, Л. П. Розова, В. А. Ковды, А. Н. Розанова, М. А. Панкова, Д. М. Каца, Б. В. Федорова, В. М. Легостаева, Б. С. Конькова, В. Р. Шредера и других исследователей.

Мелиоративное районирование проводят на основе всестороннего и детального изучения природных и ирригационно-хозяйственных условий районируемой территории. Для этого изучают особенности и различия отдельных частей территории по климатическим, геоморфологическим, гидрогеологическим, почвенным, гидрологическим, а также ирригационно-хозяйственным условиям.

Принцип мелиоративного районирования заключается в выделении на районируемой территории отдельных ее частей (мелиоративных областей, районов, подрайонов), достаточно однородных по природным и мелиоративным условиям внутри себя, но различающихся по тем или иным почвенно-гидрогеологическим и другим условиям и требующих в связи с этим применения дифференцированного комплекса мелиоративных мероприятий. Эти мероприятия должны основываться прежде всего на учете особенностей типов орошаемых оазисов, выделение которых в 30-х годах было обосновано исследованиями Н. К. Балябо и В. А. Ковды. По условиям и направленности почвенных и гидрогеологических процессов орошаемые оазисы (сухие и приморские дельты, аллювиальные равнины, речные террасы, бессточные низменности и другие) существенно различаются между собой. Это определяет масштабы, методы и способы мелиорации земель этих территорий.

Если на отдельных частях большой территории имеется заметная разница в климатических условиях, то районируют прежде всего по этому признаку.

Большое значение имеет учет различий территории по гидрогеологическим условиям, то есть по условиям оттока грунтовых вод (степени естественной дренированности земель). Эти условия и складывающиеся при этом соотношения величин прихода воды и расхода почвенно-грунтовых вод на испарение и на подземный отток во многом определяют степень подверженности почв засолению, а также нормы орошения и дренирования земель. По условиям оттока грунтовых вод обычно выде-

ляют три мелиоративные области (зоны): с обеспеченным, со слабым и с затрудненным оттоком или практическим отсутствием оттока грунтовых вод.

В пределах каждой области по высотному положению земель (водораздельные гряды мезорельефа, склоны, депрессии) и величине местного оттока грунтовых вод выделяют мелиоративные районы, а внутри последних по характеру и свойствам почвы и подстилающих грунтов, по глубине залегания и степени минерализации грунтовых вод, степени засоления и освоенности земель — агромелиоративные подрайоны и группы почв.

Приведем пример мелиоративного районирования Голодной степи, выполненное Б. В. Федоровым (табл. 29).

Таблица 29

Мелиоративные области и районы Голодной степи
(Б. В. Федоров, 1955)

№ пп	Область и район, их условия	Площадь в % от общей площади территории
I.	Предгорная область, характеризующаяся постоянно глубоким залеганием грунтовых вод и почвами, не подверженными вторичному засолению и заболачиванию.	4
II.	Сазово-солончаковая область, характеризующаяся постоянно близким залеганием слабоминерализованных грунтовых вод и почвами, подверженными вторичному засолению в ослабленной форме.	9
III.	Солончаковая область, характеризующаяся неустойчивой глубиной залегания минерализованных грунтовых вод хлоридно-сульфатного характера. Почвы сероземного и лугового типов, подвержены засолению и заболачиванию	84
III а.	Солончаковая подобласть на плато Голодной степи, характеризующаяся непостоянной глубиной залегания минерализованных грунтовых вод и почвами, подверженными вторичному засолению и заболачиванию.	
	1. Район повышенных частей плато, удовлетворительного местного оттока грунтовых вод;	63
	2. Район депрессий на плато, характеризующийся необеспеченным оттоком грунтовых вод и почвами, подверженными засолению в интенсивной форме.	13
III б.	Солончаковая подобласть на современной пойме Сырдарьи, характеризующаяся непостоянной глубиной залегания минерализованных грунтовых вод и почвами, подверженными вторичному засолению и заболачиванию.	
	1. Район повышенных частей поймы, удовлетворительного местного оттока грунтовых вод;	3
	2. Район депрессий в пойме, необеспеченного местного оттока грунтовых вод.	5
	Неосваиваемые пески и болота.	3*

* В пределах II и III областей.

В соответствии с этими условиями по каждой мелиоративной области и району рекомендованы основные мелиоративные мероприятия. Для агромелиоративных подрайонов и групп почв указаны также режимы и размеры орошения сельскохозяйственных культур, типы севооборотов, особенности агротехники и др.

Районирующие факторы и содержание мелиоративных комплексов для таксономических единиц мелиоративного районирования разработаны также А. А. Рачинским (1970). Им же для различных мелиоративных областей, районов и подрайонов Средней Азии обоснован оптимальный мелиоративный режим и названы (с различной степенью детализации) параметры ведущих мелиоративных мероприятий.

Для большой территории, при различных ее литологогеоморфологических, гидрогеологических и почвенных условиях, степень дробности мелиоративного районирования и число выделяемых при этом мелиоративных зон (областей), районов и подрайонов могут быть большими. Так, при мелиоративном районировании Каршинской степи (А. М. Расулов, 1976) выделены две зоны (сероземная и пустынная), шесть мелиоративных областей, 15 районов и 31 подрайон.

При районировании и определении необходимых мелиоративных мероприятий необходимо обязательно учитывать коэффициент земельного использования территории. В зоне поливных земель этот коэффициент (КЗИ) означает отношение используемой орошаемой площади (нетто) к общей (брутто) земельной площади данного хозяйства, района или оазиса. Так, если общая (в контуре орошения) земельная площадь хозяйства 3500 га, а фактически орошаемая 2600 га, то

$$\text{КЗИ} = \frac{2600}{3500} = 0,74.$$

В орошаемых районах, подверженных засолению, в зависимости от природных и хозяйственных условий, значения КЗИ различны: от 0,4—0,5 (в некоторых районах и хозяйствах) до 0,8—0,95 и выше. Величина этого коэффициента (на существующие или проектные условия) и должна приниматься во внимание при разработке мелиоративных мероприятий.

Чем выше коэффициент земельного использования, тем больше затруднен естественный отток грунтовых вод с орошаемых площадей на неорошаемые, тем больше необходимость в осуществлении комплекса водохозяйственных мероприятий, а также применении искусственного дренажа земель.

При мелиоративном районировании для каждой мелиоративной области, каждого района, подрайона и группы почв характер, состав и размеры рекомендуемых мероприятий устанавливаются при всестороннем учете их природных и ирригационно-

хозяйственных условий. При этом все мероприятия мелиоративного комплекса должны быть строго согласованными, чтобы в наибольшей мере усиливалось их взаимное влияние и действие. Они должны выполняться в определенной последовательности, своевременно и высококачественно.

Разработка мелиоративного районирования для определенной территории должна дополняться и гидроמודульным* ее районированием, при котором для различных частей территории указываются рекомендуемые режимы и размеры орошения сельскохозяйственных культур. Выполнение такого районирования необходимо потому, что размеры водопотребления на полях, удельной и общей водоподачи на орошаемую территорию существенно влияют на режим грунтовых вод и мелиоративное состояние земель.

Проектно-изыскательским и научно-исследовательским институтом «Средазгипроводхлопок» для дифференциации режима и размера орошения сельскохозяйственных культур предложено выделение в пределах каждой широтной (климатической) зоны следующих гидроמודульных районов** (табл. 30).

Таблица 30

Гидроמודульные районы орошаемых территорий

Гидро-модуль-ный район	Почвы и подстилающие их грунты	Глубина залегания грунтовых вод, м
I	Автоморфные, формирующиеся без влияния грунтовых вод	> 3
II	Маломощные суглинистые на песчано-галечниковых отложениях и мощные песчаные	
III	Среднемощные суглинистые на песчано-галечниковых отложениях и мощносупесчаные	
IV	Мощные суглинистые и глинистые	
V	Переходного ряда, формирующиеся при слабом влиянии грунтовых вод	2—3
VI	Легкосуглинистые и супесчаные	
VII	Суглинистые и глинистые	
VIII	Гидроморфные, формирующиеся при умеренном влиянии грунтовых вод	1—2
IX	Легкосуглинистые и супесчаные	
	Суглинистые и глинистые	
	Болотно-луговые, формирующиеся при избыточном влиянии грунтовых вод	0,5—1

Для той или иной территории состав гидроמודульных районов и рекомендуемые по ним режимы и размер орошения сель-

* Гидроמודуль — удельный расход воды (л/сек) на единицу орошаемой площади (га) за определенный поливной период.

** Расчетные значения оросительных норм сельскохозяйственных культур в бассейнах рек Сырдарьи и Амударьи". Ташкент, «Средазгипроводхлопок», 1970.

скохозяйственных культур указываются в специальной ведомости.

Ведомость по каждой климатической зоне, гидромодульному району и культуре составляется по следующей форме:

№ полива	Норма полива, м ³ /га	Срок полива		Дней полива	Средняя дата полива	Межполивной период в днях	Гидромодуль, л/сек на 1 га	Оросительная норма, м ³ /га
		начало	конец					
1	2	3	4	5	6	7	8	9

Следует учитывать, что проектируемые по гидромодульным районам режимы и размеры орошения предназначены для расчета водоподачи, планирования сроков и норм орошения на больших площадях, в масштабе оросительных систем, районов и хозяйств. В пределах хозяйств и их полеводческих бригад, то есть на отдельных орошаемых участках, сроки и нормы орошения назначаются в соответствии с конкретными почвенно-мелиоративными условиями участков и состоянием на них сельскохозяйственных культур.

3. Мелиоративный контроль

На землях подверженных засолению или заболачиванию мелиоративное состояние полей может улучшаться или ухудшаться в зависимости от условий водопользования, агротехники и мелиоративных мероприятий. Важно поэтому в каждом хозяйстве мелиоративно неблагополучных районов осуществлять ежегодный мелиоративный контроль за состоянием используемых земель. Данные такого контроля нужны для своевременной корректировки в ряду лет проводимых мелиоративных мероприятий.

Общие наблюдения за мелиоративным состоянием земель районов, условиями и эффективностью действия их мелиоративных систем призваны выполнять управления мелиоративной службы (УМС) при областных управлениях оросительных систем.

В программу ежегодных наблюдений и учетов за мелиоративным состоянием земель должны входить:

- наблюдения за изменением уровня залегания грунтовых вод орошаемых земель;
- наблюдения за изменением минерализации оросительных, грунтовых и коллекторно-дренажных вод;
- наблюдения за изменением степени засоленности и щелочности почв;
- наблюдения за техническим состоянием и соблюдением требований правильной эксплуатации оросительной и коллекторно-дренажной сети;



Рис. 29. Скважина для наблюдений за уровнем залегания грунтовых вод:

1 — земляной валик; 2 — обсадная труба; 3 — фильтр; 4 — обратный фильтр

- определения изменений расхода и стока коллекторно-дренажных вод;
- проведение учетов соотношения орошаемых площадей по степени засоленности и заболачиваемости почв.

Для наблюдения за уровнем залегания грунтовых вод устраивают особые колодцы (наблюдательные скважины). Их располагают на различных по высотному положению и мелиоративным условиям типичных участках — на пониженно-, средне- и повышеннорасположенных землях. В зависимости от высотной отметки участков скважины закладывают на глубину 3—5 м от поверхности земли. Лучше это делать осенью, когда грунтовые воды залегают наиболее глубоко.

В неустойчивых оплывающих грунтах скважины обсаживают железными, асбоцементными или пластмассовыми трубами диаметром 10—15 см. До установки трубы в нижней части перфорируют, то есть просверливают в них небольшие круглые отверстия (3—4 мм) для пропуска воды (фильтр). На протяжении фильтра пространство между трубой и выбуренной скважиной засыпают гравием (антифильтр) во избежание заиливания трубы. Дно трубы также засыпают слоем гравия, толщиной 10—15 см. Для предотвращения засорения труб и поступления в них атмосферных осадков трубы закрывают запирающимися металлическими крышками (рис. 29).

На грунтах плотных, неоплывающих наблюдательные скважины могут устраиваться без крепления обсадными трубами. Верх скважин при этом закрепляют оголовками из коротких (70—80 см) деревянных; асбоцементных или других труб. Располагают скважины лучше по прямым линиям (створам), пересекающим различные по высоте и мелиоративным условиям земли, на различных расстояниях от действующих оросительных каналов, коллекторов и дрен.

Все скважины должны иметь плановую и высотную привязку к территории хозяйства. Без такой привязки нельзя дать правильный анализ изменений уровня залегания грунтовых вод.

Высотная привязка постоянных точек скважин, от которых ведется замер уровня грунтовых вод, производится нивелиром. Постоянными точками для замеров являются верхние края труб

или оголовков наблюдательных скважин. От этих точек производится также замер высоты труб или оголовков над поверхностью земли.

Количество наблюдательных скважин зависит от мелиоративных условий и земельной площади хозяйства. Все скважины наносят на план территории хозяйства и нумеруют. Замеряют уровень грунтовых вод при помощи рулетки с прикреплением к концу ее свистка или хлопушки. Расстояние от конца деления рулетки до конца хлопушки должно быть измерено и учтено. Частота подобных замеров зависит от задач и возможностей наблюдений, и может быть разной: через каждые 10, 20 или 30 дней.

Наряду с наблюдениями за уровнем залегания грунтовых вод важно вести наблюдения за изменением и степени их минерализации, а также иметь данные о степени минерализации оросительной и коллекторно-дренажной воды в хозяйстве. Для определения минерализации грунтовых вод образцы воды берут из скважин наблюдательных колодцев после предварительной откачки двух объемов воды, находящихся в колодце. Однако более достоверные величины минерализации грунтовых вод будут получены, если образцы воды берутся из свежепробуренных скважин, находящихся на расстоянии 3—5 м от колодца.

Выборка проб воды производится при помощи насоса и тонкого резинового шланга в три срока: весной, в середине поливного периода и осенью. В эти же сроки берутся воды для определения степени минерализации оросительной и дренажной воды по наиболее важным для хозяйства оросительным каналам, коллекторам и дренам.

Образцы грунтовой, оросительной и дренажной воды анализируются на содержание в ней суммы солей (плотный остаток), хлор-иона (Cl), сульфат-иона (SO_4) и общей щелочности (HCO_3). При необходимости определяют также содержание ионов кальция (Ca), магния (Mg) и натрия (Na). Минимальным является определение содержания в воде суммы солей и хлор-иона.

Для контроля изменений степени засоленности и щелочности почвы почвенные образцы на анализ берут буром весной перед севом и осенью, через 1—1,5 месяца после окончания вегетационных поливов, на определенных участках с различным мелиоративным состоянием земель и уровнем урожайности сельскохозяйственных культур.

Содержание солей в почве определяют ежегодно на одних и тех же участках. Как правило это должны быть те же участки, на которых ведут наблюдения за уровнем залегания грунтовых вод. В зависимости от площади поливного участка число точек взятия почвенных образцов на соли может быть разным — от 5 до 10. Места (точки) ежегодной выборки образцов должны быть постоянными, зафиксированными.

Почвенные образцы берут обычно на глубину до 1 м по горизонтам: 0—10, 10—30, 30—50, 50—70, 70—100 см. Может быть и иное сочетание горизонтов для выборки образцов, например, по генетическим горизонтам почвы при слоистом ее сложении.

Почвенные образцы анализируют на содержание суммы солей (плотный остаток), Cl , SO_4 и HCO_3 . Может проводиться и полный анализ водных вытяжек почвы (на сумму солей, все анионы и катионы).

Анализы на соли почвенных образцов, образцов оросительной, грунтовой и дренажной воды выполняют в агрохимических лабораториях крупных хозяйств, опытных станций или в областных агрохим. лабораториях.

В мелиоративный контроль включают также систематические наблюдения за техническим состоянием оросительной и коллекторно-дренажной сети для принятия своевременных мер по улучшению и совершенствованию ее эксплуатации. Эти наблюдения дополняют по ряду выделенных коллекторов и дрен ежегодными определениями (по месяцам года) расхода и стока дренажных вод с тем, чтобы оценить интенсивность действия применяемого в хозяйстве дренажа.

Обязательным мероприятием по мелиоративному контролю являются ежегодные (осенью) обследования всех орошаемых полей хозяйства для установления соотношения площади его орошаемых земель по степени засоленности и происходящих в ряду лет изменений этого соотношения.

При таких обследованиях выделяют по внешним признакам (состояние растений, величина их изреженности, выцветы солей, наличие засоленных пятен), участки с незасоленными, слабо-средне- и сильнозасоленными почвами, а также солончаки. По каждой бригаде хозяйства и по хозяйству в целом подсчитывают общую площадь участков (контуров) с различной степенью засоленности. Полученные данные о соотношении площади земель по указанному признаку, наряду с данными о глубине залегания и степени минерализации грунтовых вод, ежегодно сопоставляются и оцениваются для выявления направленности происходящих изменений и принятия мер по коренному улучшению режима грунтовых вод и мелиоративного состояния земель.

ВОДОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ МЕЛИОРАТИВНЫЕ МЕРОПРИЯТИЯ

I. Мероприятия по водопользованию и борьбе с потерями воды

На всех орошаемых землях и, особенно, на землях подверженных засолению или заболачиванию эти мероприятия являются весьма важными и первоочередными. Они заключаются в правильной организации водопользования и эксплуатации оросительной сети, рациональном, наиболее производительном использовании воды, устранении различных ее потерь, вызывающих подъем грунтовых вод и ухудшение мелиоративного состояния земель. Важной задачей является также рациональное использование на орошение и водоснабжение грунтовых, дренажных и подземных (артезианских) вод.

Главными водохозяйственными мероприятиями являются:

Плановое водопользование, означающее нормированный водозабор и организованное проведение поливов в наилучшие агротехнические сроки, рациональными нормами, с наиболее производительным использованием воды. План водопользования составляют по оптимальному для данной климатической зоны и гидромодульного района режиму и размеру орошения сельскохозяйственных культур. Расчет водоподдачи (нетто и брутто в м³/сек) по декадам и месяцам ведется на основе учета плановых площадей разных культур, принятых для них величин гидромодуля, а также коэффициента полезного действия (к. п. д.) оросительных каналов.

К. п. д. канала или оросительной системы означает отношение расхода воды Q нетто (при поступлении на поля орошения) к расходу воды Q брутто (в голове канала, системы). Величины к. п. д. выражают в долях единицы. В земляных руслах каналов в зависимости от расхода и скорости течения воды, фильтрационных свойств грунта и других условий, они могут изменяться в широких пределах (от 0,5—0,6 до 0,8—0,9 и больше). Остальная доля воды означает ее потери на фильтрацию в грунт, на испарение и на технические потери. Всемерное повышение к. п. д. оросительных каналов — одна из важнейших задач водохозяйственных мероприятий.

Большое значение имеет применение орошения на укрупненных хорошо спланированных участках в целях производительного использования воды, земли и механизмов. При небольших поливных участках (до 1—3 га) мелкая оросительная сеть имеет большую протяженность. Расходы и скорости течения воды по ней невелики, а это значительно увеличивает процент потерь воды из нее на фильтрацию в грунт. Общие потери воды намного возрастают. Наряду с

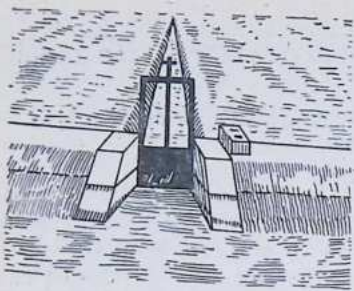


Рис. 30. Стандартный водовыпуск — водомер

этим увеличиваются затраты труда на ее очистку и окашивание, затрудняется механизация сельскохозяйственных работ, увеличиваются потери площади под посевы сельскохозяйственных культур.

Поливы на укрупненных, спланированных участках позволяют уменьшить удельную протяженность оросительной сети, применить по участковым оросителям пропуск воды увеличенными

расходами и тем самым значительно уменьшить потери воды на фильтрацию из каналов. Важное значение имеет также возможность механизации поливов на укрупненных, спланированных участках (по удлиненным бороздам с применением трубок-сифонов, гибких шлангов, поливных машин), при оптимальных, экономных нормах поливов.

Участковые оросители укрупненных поливных участков оборудуют водозаборными водомерными устройствами (рис. 30).

В зависимости от условий рекомендуются размеры поливных участков от 8—10 до 20—25 га каждый. В районах, подверженных ветровой эрозии почв, где требуются частые полевые защитные лесополосы, размер поливных участков не превышает 4—5 га.

Решение задач максимального сокращения потерь воды и наиболее экономного расходования водных ресурсов потребует большого объема работ по переустройству (реконструкции) внутрихозяйственных гидромелиоративных систем (их ирригационной и коллекторно-дренажной сети, при сопутствующей капитальной планировке создаваемых укрупненных поливных участков). В Узбекистане этими работами должна быть охвачена площадь староорошаемых земель не менее 1 млн. га. Это потребует поэтапного проведения строительных работ и создания для этого мощной материально-технической базы.

Важным хозяйственным мероприятием является осуществление противофильтрационных мероприятий на оросительных каналах. Эти мероприятия особенно важны на недостаточно дренированных землях, с близким залеганием минерализованных грунтовых вод. На таких землях потери воды из оросительных каналов не только снижают их коэффициент полезного действия и увеличивают водозабор на орошение, но и способствуют подъему грунтовых вод на полях, вызывая их засоление.

Потери воды на фильтрацию из каналов тем больше, чем

больше коэффициент фильтрации грунта и смоченный периметр каждого канала. Они возрастают с уменьшением скорости течения и расхода воды в каналах, увеличением протяженности одновременно работающих каналов, глубины залегания грунтовых вод.

В зависимости от условий могут применяться различные способы борьбы с потерями воды из оросительной сети: бетонирование

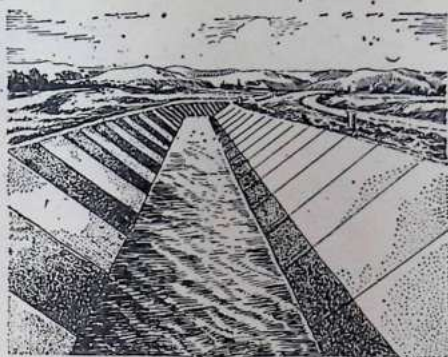


Рис. 31. Канал, облицованный железобетонными плитами

каналов, устройство их в виде водонепроницаемых лотков, применение закрытой оросительной сети (подземные самонапорные трубопроводы с гидрантами), устройство по дну и откосам каналов водонепроницаемых экранов из полимерной пленки, бентонитовых глин и др.

Для ирригационных каналов наиболее распространены бетонные антифильтрационные одежды — монолитные или из сборных железобетонных плит (рис. 31).

Наиболее прочной является железобетонная одежда. Она особенно нужна: при крутых откосах или слабых грунтах канала, при давлении грунтовых вод на одежду извне, при сползающих откосах канала.

Во избежание деформаций бетонирование производят после замочки канала водой в целях полной осадки грунта. Плиты армированной одежды укладывают кранами на заранее подготовленные опоры, уложенные по бетонируемому откосу. Соединяют плиты специальными швами. Стыки плит перекрывают тонким слоем водонепроницаемой мастики.

Для борьбы с потерями воды внутрихозяйственные оросительные каналы на землях с малыми уклонами устраивают не в земляных руслах, а в виде водонепроницаемых железобетонных лотков (рис. 32). Лотковые оросительные сети из сборного железобетона в больших масштабах строят в новых совхозах Голодной степи, а также на осваиваемых землях Каршинской степи. Лотки в поперечном сечении имеют параболическую форму. Глубина их 40, 60, 80 и 100 см. Толщина стенок 5—6 см, длина лотка 600 см. Устанавливают лотки на опорах, которые состоят из стойки с седлом и фундамента стаканного типа (рис. 33). Места сопряжений лотков (швы) заделываются битумной мас-

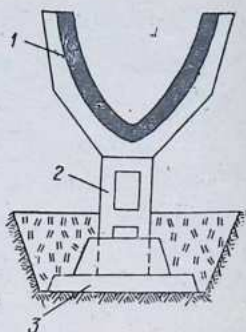
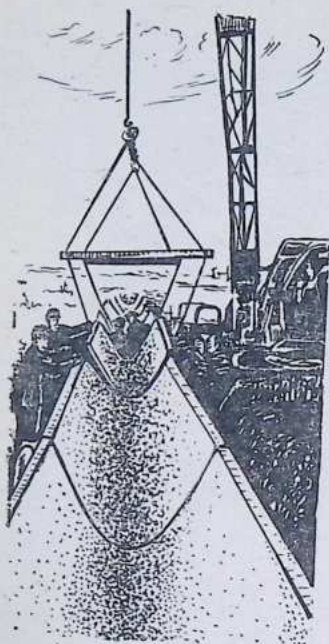


Рис. 33. Конструкция лоткового канала:

1 — лоток; 2 — стойка с седлом;
3 — фундамент стаканного типа

Рис. 32. Лотковый оросительный канал (установка лотков на опоры)

тикой. Строительная высота лотков 60, 80 и 100 см, пропускная способность от 0,2 до 0,6 м³/сек.

Вода в лотки поступает из земляного канала через монолитный оголовок, вписанный в откос канала. Из лотков вода с помощью водовыпусков (стационарных или передвижных) распределяется по гибким трубопроводам. Водовыпуски позволяют установить расход в 70, 80 и 100 л/сек. Вода из лотков подается и с помощью переносных полиэтиленовых сифонов.

В больших масштабах на орошаемых землях пользуются закрытой оросительной сетью, водоподача из которой производится с помощью гидрантов и присоединяемых к ним гибких трубопроводов.

Подземные самонапорные трубопроводы — асбоцементные. Они закладываются на землях с уклонами больше 0,003. Для подъема воды на трубопроводах через определенные расстояния устраивают гидранты (рис. 34). Каждый гидрант имеет задвижку и водозаборный оголовок (муфту). К оголовкам присоединяют гибкие перфорированные трубопроводы, из отверстий которых, расположенных через 60—90 см, вода поступает в поливные борозды.

Применение закрытых оросительных систем позволяет устранить потери воды на испарение и фильтрацию при транспортировке ее от источника до орошаемых участков, снизить до минимума потери воды на полях. Коэффициент полезного действия (к. п. д.) таких систем может быть поднят до 0,90—0,95.

В оросительных каналах в земляном русле потери воды на фильтрацию в грунт велики. Поэтому в современных проектах гидротехнического строительства каналы с земляным руслом составляют лишь 15—20% общей протяженности оросительной сети. Транспортировка воды предусматривается в основном по каналам с антифильтрационной одеждой из бетона, асфальтобетона, полимерных пленок, а также по подземным трубопроводам и надземным лоткам.

На каналах и водохранилищах противофильтрационные экраны из полимерных пленок используются все более широко. Покрытия из таких пленок являются эффективным средством борьбы с фильтрацией воды. Полиэтиленовые пленки отличаются исключительно высокой водонепроницаемостью, стойкостью в агрессивных средах, упругостью, устойчивостью в пределах больших температурных колебаний. Кроме того они сравнительно недороги.

При использовании пленок нужна стерилизация грунтового основания для предупреждения развития сорной растительности. Пленку сверху засыпают мелкозернистым грунтом со слоем гравия сверху для защиты от механических повреждений.

В Узбекистане в 1976 г. протяженность бетонированных каналов с твердым покрытием (включая лотки и закрытую сеть) составила по межхозяйственной сети 18,8, по внутрихозяйственной — 5,7% (от длины всех каналов). Удельный вес экранированной межхозяйственной и внутрихозяйственной сети повысился с 1,3% в 1965 г. до 4,2% в 1974 г.

В системе водохозяйственных эксплуатационных мероприятий против фильтрации воды из каналов в земляном русле обязательна своевременная очистка его от наносов и сорной растительности. По очищенным каналам расходы воды и скорость течения ее больше, а это снижает потери воды на фильтрацию.

К эксплуатационным мероприятиям, снижающим потери оросительной воды, относятся также: своевременный ремонт и со-

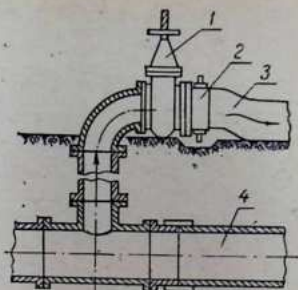


Рис. 34. Гидрант для подачи воды в гибкий трубопровод (по М. Л. Сальникову):

1 — задвижка; 2 — муфта; 3 — гибкий трубопровод; 4 — подземный трубопровод

держание в исправности всех ирригационных сооружений, недопущение работы оросительных каналов с большими подпорами.

Существенное значение имеют лесопосадки по оросительным каналам (использование биологического метода). Взрослые деревья, благодаря мощной и глубокой корневой системе, перехватывают фильтрационные воды из каналов и используют их вместе с почвенно-грунтовыми водами на транспирацию. В результате этого не только предотвращается подъем грунтовых вод, но и достигается понижение их уровня в течение вегетации деревьев на прилегающей к ним площади.

На каналах в песчаных или гравелистых грунтах возможен прием кольматации (заиления) русла каналов, при котором происходит вымыв в поры грунта глинистых частиц с целью закупоривания пор. Раствор глины готовят в особых котлованах вблизи канала и добавляют в воду канала для создания необходимой ее мутности. Канал кольматируют отдельными участками, разделяя его перемычками с водосливами для пропуска воды.

В связанных грунтах (суглинок, лёсс) иногда уплотняют грунт дна и откосов канала кулачковыми катками (за несколько проходов) или механическим трамбованием.

На каналах длительного действия может использоваться метод искусственного оглеения грунта (биохимический метод). Этот способ заключается в создании на дне и откосах канала прослойки в 5—7 см из растительных измельченных остатков (листья, прелая солома, сорная трава и др.). Прослойка прикрывается сверху защитным слоем грунта толщиной 10—15 см. В этой прослойке, в условиях полного насыщения грунта водой, происходит процесс разложения органического вещества (оглеение). Это и обуславливает образование маловодопроницаемого слоя грунта.

Как видно, борьба с потерями воды на фильтрацию из оросительных каналов может вестись различными способами. Способы эти различаются по характеру мероприятий, по стоимости (на 1 м²), эффективности и продолжительности действия. Выбор целесообразных способов борьбы с потерями воды должен определяться технико-экономической оценкой их результатов в данных конкретных условиях.

Из других наиболее важных водохозяйственных мероприятий обязательным является применение внутрихозяйственного водооборота. Его внедрение дает большой мелиоративный эффект.

При отсутствии водооборота вода распыляется небольшими расходами (токама) по многим каналам. Она подается на орошение не только каждой полеводческой бригаде, но одновременно для полива многих участков и внутри каждой бригады. В этом случае общие потери воды на просачивание в грунт

из-за большой протяженности работающих каналов и малых расходов воды по ним значительно возрастают.

Иные результаты дает соблюдение в хозяйстве водооборота. При таком водопользовании вода по крупным распределителям и для отдельных полеводческих бригад подается постоянным током. Однако внутри каждой бригады осуществляется водооборот, при котором для орошения укрупненных участков устанавливается очередная подача воды. В бригаде специализированными звеньями поливальщиков одновременно орошаются только несколько укрупненных участков.

При таком принципе водопользования поливы в хозяйстве одновременно ведутся по небольшому числу участков каналов, с пропуском по каждому из них больших расходов воды. Благодаря этому общие потери воды на фильтрацию из каналов значительно уменьшаются, а к. п. д. оросительных каналов и оросительная способность воды намного возрастают.

Это хорошо видно из данных, полученных по Голодной степи (табл. 31): потери воды здесь при одновременной подаче ее по пяти каналам составили 69%, по трем каналам — 37%, по одному каналу — 21% общего расхода воды (184—186 л/сек.). Соответственно увеличилось полезное использование (оросительная способность) воды с 6,2 до 12,5—15,7 га в сутки.

Таблица 31

Эффективность водооборота (Голодная степь, данные Г. П. Гельцер)

Действует каналы	Общий расход воды, л/сек	Расход воды в каждом канале, л/сек	Общие потери воды на фильтрацию, %	Коэффициент полезного действия (к. п. д.) каналов	Оросительная способность, га/сутки (при норме полива 800 м ³ /га)
1	184	184	21	0,79	15,7
2	184	92	29	0,71	14,2
3	186	62	37	0,63	12,5
4	184	46	54	0,46	9,2
5	185	37	69	0,31	6,2

Осуществление водооборота, обуславливая проведение сосредоточенных поливов, позволяет также обеспечить высокопроизводительную работу тракторов на междурядной обработке почвы после полива, нарезке борозд к поливу и др.

Круглосуточное использование воды также одно из обязательных водохозяйственных мероприятий. Во всех хозяйствах орошение сельскохозяйственных культур, особенно в период летних массовых поливов, следует проводить и днем и ночью, без перерывов и сбросов воды в ночное время в коллекторно-дренажную сеть. Для этого нужно иметь не только днев-

Так было в опытах 1952—1954 гг. на Федченковской, Бухарской, Чарджоуской, Хорезмской опытных станциях. Подобные же результаты получены в опытах по использованию минерализованной воды в совхозе «Пахта-Арал» (табл. 32).

Таблица 32

Минерализация воды и урожайность хлопчатника
(Н. М. Решеткина, А. К. Спицин, А. В. Журавилин)

Год опыта	Оросительная вода	Минерализация воды, г/л	Оросительная норма, м ³ /га**	Густота стояния растений, тыс. га	Урожай хлоп-ка, ц/га
1966	Дренажная*	5,7	3120	67,3	28,9
	Смешанная	3,8	3050	64,4	26,6
	Арычная	0,8	3200	62,1	24,6
1967	Дренажная	5,5—5,7	2115	66,4	33,8
	Смешанная	2,8—3,2	2070	67,6	31,2
	Арычная	0,8—0,9	2220	68,6	29,4
1968	Дренажная	5,5—5,8	3500	50,6	19,4
	Смешанная	3,0—3,5	3400	42,2	17,4
	Арычная	0,7—0,8	3400	47,8	19,5
1969	Дренажная	5,5—5,7	2150	51,6	20,8
	Смешанная	3,0—3,6	2100	49,6	19,2
	Арычная	0,7—0,8	2180	44,2	21,6
В среднем за 4 года	Дренажная	5,5—5,7	2721	59,0	25,7
	Смешанная	3,1—3,5	2655	56,0	23,6
	Арычная	0,7—0,8	2750	55,4	23,8

* Из скважины вертикального дренажа.

** Ежегодно проводились осенне-зимние промывки нормой 2500—3000 м³/га.

Разные результаты использования на поливы минерализованной воды объясняются влиянием целого ряда факторов. Главными из них являются: биологические свойства и степень солеустойчивости орошаемой культуры, количество и состав солей в поливной воде, водно-физические свойства и степень дренированности почвы, глубина залегания водоупора и уровня грунтовых вод, нормы орошения невегетационного и вегетационного периодов, климатические условия (количество атмосферных осадков, величина испарения в период вегетации и др.).

Более солеустойчивые культуры (например сорго, свекла) можно без ущерба орошать более минерализованной водой в сравнении с малоустойчивыми культурами (маш, кукуруза и др.).

Чем больше солей в поливной воде, тем менее благоприятна она для поливов, особенно при значительном содержании в ней весьма токсичного хлор-иона. Нежелательна для

орошения вода с большим преобладанием в составе солей катиона Na, так как это может вызвать явления осолонцевания почвы. При высоком содержании кальция в почве (в форме карбоната или сульфата) осолонцевание почвы обычно не происходит. Однако при содержании в почвенном растворе $\frac{Na}{Ca + Mg} \geq 4$ ион Na может энергично поглощаться почвой, вызывая ее осолонцевание.

Непригодна для орошения вода содового (Na_2CO_3) засоления. Она значительно повышает щелочность почвенного раствора, который угнетающе действует на растения.

Допустимое содержание солей в поливной воде зависит также от водно-физических свойств почвы и мелиоративных условий орошаемой площади. Оно выше, если почва более водопроницаема и лучше дренирована (естественно или искусственно), не имеет плохо проницаемых для воды прослоек, отличается более глубоким залеганием грунтовых вод и глубоким водоупором. При этих условиях вносимые с оросительной водой соли полнее вымываются из почвы атмосферными осадками и поливами.

Если содержание солей в воде превышает допустимые нормы, то требующаяся ее минерализация может достигаться смешением этой воды с арычной (пресной) водой. Если же нормы полива минерализованной водой не превышают дефицита влаги до полевой влагоемкости почвы, то может происходить постепенное накопление солей в почве, что часто приводит к значительному ее засолению. Поэтому при использовании такой воды нормы полива рекомендуются на 20—30% выше указанного дефицита влаги расчетного слоя почвы (промывной режим орошения).

При непромывных нормах орошения, вызывающих постепенное осолонение почвы, необходимо проведение ежегодных или периодических осенне-зимних или ранневесенних промывных поливов для удаления накапливающихся в почве солей.

Для условий отсутствия промывных поливов и орошения непромывными нормами (в вегетационный период) рассчитать предельно допустимую минерализацию оросительной воды можно по формуле Н. Г. Минашиной:

$$S = \frac{V(c - c_1) - gx}{N},$$

где S — допустимая минерализация оросительной воды, г/л;

V — влажность расчетного слоя почвы, мм;

c_1 — концентрация почвенного раствора в начале расчетного периода, г/л;

c — то же в конце периода, г/л;

g — испарилось грунтовых вод за расчетный период, мм;

x — минерализация грунтовых вод, г/л;

N — оросительная норма при непромывном режиме орошения, мм.

Влажность расчетного слоя почвы (V) принимается средняя за вегетационный период. Объем воды соответствующий этой влажности может быть вычислен в м³/га и переведен в мм водного слоя. Концентрация почвенного раствора рассчитывается по данным средней влажности почвы, а также исходного и конечного (допустимого) содержания в почве хлор-иона в процентах от массы сухой почвы. Эти проценты могут быть приняты за граммы, что позволяет определить концентрацию почвенного раствора в г/л. Результаты всех вычислений показывают допустимую минерализацию оросительной воды по хлор-иону. Допустимая минерализация воды по сумме солей (плотный остаток) может быть определена по тем соотношениям величин хлора и суммы солей в грунтовой (коллекторно-дренажной) воде, которые характерны для различных типов почв и орошаемых районов.

По А. Н. Костякову «Допустимое для растений и почвы содержание растворимых солей в оросительной воде составляет от 0,10 до 0,15% (от 1 до 1,5 г/л), причем и при такой концентрации солей нужно осторожное орошение этой водой. При содержании растворимых солей в воде от 0,15 до 0,3% (1,5—3 г/л) необходим анализ химического состава солей, так как вредное действие различных солей на растения и почву неодинаково».

Для орошения можно пользоваться лишь слабощелочной водой, содержащей HCO_3 менее 0,5 г/л.

Существенное значение для предотвращения осолонцевания почвы имеет содержание в поливной воде гипса. При сульфатном типе минерализации воды содержание CaSO_4 должно быть более 0,7 г/л, при хлоридно-сульфатном — более 1,0 г/л, при сульфатно-хлоридном — более 1,2 г/л. Если CaSO_4 будет менее указанных величин, то при преобладании солей Na над солями Ca и Mg в пять и более раз возможно осолонцевание почвы. Во избежание этого такая вода должна разбавляться пресной водой (табл. 33).

Состав солей и степень минерализации речных и других вод, возможных к использованию на орошение, могут значительно различаться (табл. 34).

Как видно, минерализация различных вод (речных, коллекторно-дренажных, глубинных подземных) изменяется в значительных пределах (по сумме солей от 0,5 до 6—7 г/л и больше).

Значительные различия отмечаются и по составу солей (табл. 35).

В приведенном примере, при одинаковой степени минерализации вод различных источников соотношение в них хлористых и сульфатных солей резко различно. Это должно учитываться при использовании вод на орошение.

Во многих районах значительное количество воды на орошение может быть взято из озер и водохранилищ, в которых воды имеют обычно повышенную минерализацию. В больших разме-

**Допустимая минерализация воды для
полива хлопчатника**
(по обобщенным исследовательским данным)

Почвенно-мелиоративные условия	Допустимая минерализация воды*, г/л	
	плотный остаток	хлор
Тяжелые, слабоводопроницаемые и слабодренлируемые почвы, при близком залегании водоупора или грунтовых вод (до 1,5 м)	1,5—2	0,15—0,20
Средние по водопроницаемости и дренированности почвы, при глубине залегания грунтовых вод 1,5—3 м	3—4	0,40—0,50
Легкие (песчаные и супесчаные), хорошо дренируемые почвы, с глубоким залеганием грунтовых вод (больше 3—4 м) и глубоким водоупором	5—6	0,70—0,80

* При отсутствии содового засоления и наличии гипса в почве (5% и больше).

рах возможно использование на орошение коллекторно-дренажных вод. Сток этих вод велик. Так, в Узбекистане расходы воды по системе коллекторов Сары-Су, Язъяван и Северо-Багдадский в Центральной Фергане в отдельные месяцы достигают 30—50, по Северо- и Южно-Бухарским коллекторам 10—15 м³/сек. Суммарный дренажный сток по республике достигает 9 млрд/м³ в год. Минерализация дренажных вод большей частью находится в пределах 2—6 г/л.

При использовании этих вод отводить их в оросительную сеть следует путем перекачки воды насосами. Недопустимо устройство на дренах и коллекторах с повышено минерализованной водой перегораживающих сооружений (туганов) для создания подпора воды с целью самотечного ее отвода. В этом случае коллекторно-дренажная сеть будет оказывать не дренирующее, а подтапливающее влияние на прилегающие земли, вызывая ухудшение их мелиоративного состояния.

Важным дополнительным источником орошения являются собственнo грунтовые воды. Они могут быть взяты путем откачки из открытых траншей, из колодцев, а также путем самотечного отвода их из родников и кяризов.

Кяриз — подземная галерея для сбора и вывода на поверхность грунтовых вод. Основные части кяриза: водосборная галерея (одна или несколько), магистральный канал, смотровые вентиляционные колодцы, выводная часть, или устье (рис. 35).

При определенных условиях, на землях с пресными или слабoминерализованными грунтовыми водами, возможно использование их на подпочвенное орошение (субирригацию) перекры-

Состав солей и степень минерализации различных вод

Источник воды	Республика, область	Содержание солей, г/д						
		Исходный остаток	HCO ₃ '	Cl'	SO ₄ "	Ca"	Mg"	Na'+K'
Река Амударья	Турк. ССР, у г. Чард-жоу	0,550*	0,122	0,067	0,168	—	—	—
" Сырдарья	УзССР, пост. Запорожский	0,390*	0,174	0,033	0,096	0,060	0,021	0,047
" Шерабадарья	УзССР, Сурхандарьинская область	2,184	0,171	0,756	0,447	—	—	—
" Теджен	Турк. ССР	4,183	0,271	1,161	1,290	—	—	—
" Атрек	Турк. ССР, кан. Суд-жияб	7,800	0,346	2,112	2,228	—	—	—
Коллектор Шадыбек	УзССР, Бухарская обл.	4,684	0,378	0,291	2,551	0,267	0,358	0,570
" Рават-Калмак	"	6,508	0,500	0,354	3,346	0,308	0,476	0,767
" Северо-Багдадский	УзССР, Ферганская обл.	2,108	0,256	0,114	1,175	0,259	0,109	0,233
" Сары-Джуга	"	4,160	0,271	0,343	2,057	0,255	0,168	0,701
" Диванкульский	УзССР, Хорезмская обл.	2,364	0,078	0,461	0,712	—	—	—
" Джурмызкульский	УзССР, Хорезмская обл.	6,772	0,120	1,882	2,165	—	—	—
Глубинная скважина № 5	Гоялдинская степь	0,510	0,085	0,206	0,213	0,064	0,020	0,189
" " № 4	"	2,032	0,292	0,296	0,921	—	—	—
" " № 9	Турк. ССР, Небит-Даг	4,740	0,268	1,739	—	0,290	0,109	—

* В последние годы (1970—1977) в среднем и нижнем течении реки, в связи со сбросом дренажных вод, минерализация воды заметно повысилась (до 0,5—1 г/д и больше).

Соотношение ионов солей в минерализованных водах

Источник воды	Содержание солей, г/л				Соотношение в мг/экв	
	плотный остаток	HCO ₃	Cl	SO ₄	Cl / SO ₄	SO ₄ / Cl
Коллектор Сары-Су (Ферганская область)	3,440	0,136	0,032	1,909	0,02	44,22
Дрена (г. Янги-Ер)	3,631	—	0,486	1,541	0,43	2,35
Коллектор Дауданский (Хорезмская область)	3,572	0,095	0,769	1,023	1,01	0,99
Глубинная скважина № 6 (Небит-Даг)	3,320	0,256	1,548	0,312	6,71	0,15

тием в поливной период коллекторов и дрен. Создающийся в результате этого подпор воды вызывает подъем уровня грунтовых вод на полях, при котором становится возможным использование этих вод растениями. Применение субиригации позволяет значительно сократить размер орошения культур арычной водой.

В широких масштабах могут использоваться на водоснабжение и орошение подземные (артезианские) воды.

Большие запасы таких вод имеются на территории многих межгорных котловин и долин Средней Азии (Центральная Фергана, Голодная степь, Вахшская долина и др.). В низинах значительное количество подземных вод может быть получено самоизливом, при устройстве армированных скважин без откачки во-

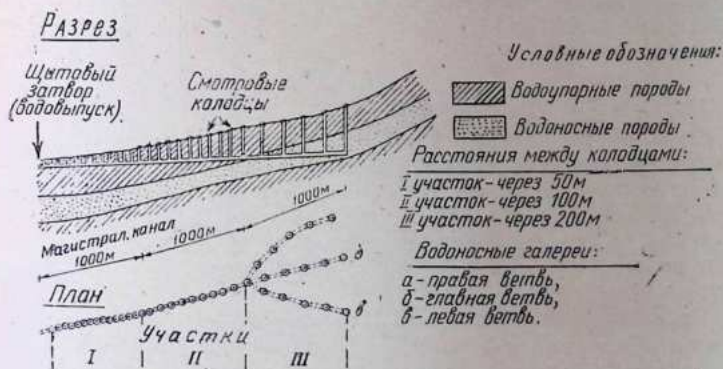


Рис. 35. Кяриз (схема устройства). По Б. Я. Стрелковскому

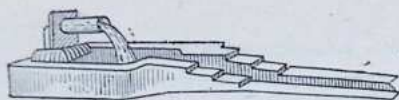


Рис. 36. Самоизливающаяся артезианская скважина с водоприемником.

ды (рис. 36). На повышенных землях извлечение воды требует машинной ее откачки из буровых колодцев.

Возможные запасы подземных вод и перспективы их использования

в ряде орошаемых оазисов Узбекистана характеризуются данными табл. 36.

Минерализованная вода разных источников при определенных условиях может использоваться на промывку засоленных земель. Возможность использования на промывку такой воды становится понятной, если учесть, что при любой промывке, в том числе при использовании на это только пресной, арычной воды, вымыв солей осуществляется минерализованной в определенной степени водой. Если верхний слой почвы промывался водой пресной или слабоминерализованной, то нижележащие слои промываются уже растворами солей различных концентраций.

Таблица 36

Перспективы использования подземных вод откачкой из буровых колодцев (Н. М. Решеткина, 1958)

Район	Площадь возможного орошения, тыс. га	Колодцев, шт.	Средняя производительность колодца, л/сек	Суммарный дебит, м ³ /сек
Ферганская долина	581	1200	100	120
Чирчик и низовья Ангrena	152	300	200	60
Дальверзинская степь	54	100	50	5
Голодная степь	379	750	100	75
Бухарский оазис	220	600	50	30
Самаркандская котловина	153	300	200	60

Практически промывать можно той минерализованной водой, концентрация солей которой заметно меньше концентрации солей почвенного раствора. На промывку солончаков может использоваться вода, содержащая до 10 г/л солей. Завершать промывки для удаления остаточного количества солей в почве следует пресной водой (в размере 25—30% общей нормы промывки).

Производственный опыт (в Центральной Фергане, Голодной степи) подтверждает возможность успешного применения минерализованных вод на промывку засоленных земель. Так, колхоз имени Чкалова Кувинского района (Ферганская область)

освоил более 300 га засоленных земель (в том числе сильно засоленных и солончаков), при промывке их от солей минерализованной коллекторно-дренажной водой.

При организации водоснабжения населенных пунктов требования к качеству воды различны, в зависимости от вида водопотребления (вода питьевая, для водопоя животных, для хозяйственных нужд, охлаждения двигателей и пр.).

Хозяйственно-питьевая вода прежде всего должна отвечать определенным санитарным требованиям (не содержать патогенных бактерий, личинок животных, вредных для организма примесей и т. д.). Качество этой воды сильно изменяется в зависимости от содержания в ней воднорастворимых солей и степени ее жесткости (табл. 37).

Таблица 37

Качество воды для питьевых и хозяйственных нужд (К. И. Лисицын)

Оценка воды	Содержание в воде минеральных веществ, г/л			Общая жесткость в градусах
	сухой остаток	хлор	серная кислота	
Хорошая пресная питьевая вода и хорошая для хозяйственных нужд	не больше 0,6	не больше 0,1	не больше 0,2	не больше 20
Удовлетворительная пресная питьевая вода и плохая для хозяйственных нужд	0,6—1	0,1—1,15	0,2—0,3	20—30
Допустимая по нужде для питья, очень плохая хозяйственная, солоноватая	1,5—2,5	0,2—0,4	0,5—1	40—60
Допустимая для питья в крайней нужде, заметно солоноватая	3,0—4,0	0,4—0,8	1,0—1,5	60—150
Приблизительно предельная, еще годная для водопоя скота	до 5,0—6,0	до 3,0	до 3,0	до 300

Для водоснабжения в первую очередь необходимо использовать естественные водонисточники с хорошим качеством воды (речные источники, крупные родники).

Глава VII

АГРОМЕЛИОРАТИВНЫЕ МЕРОПРИЯТИЯ

Главными агромелиоративными мероприятиями по предупреждению и борьбе с засолением и заболачиванием орошаемых земель являются: планировка полей, лесонасаждения, освоение севооборотов с посевами люцерны, осуществление высококачественной агротехники возделывания сельскохозяйственных культур при промывном режиме орошения.

К агромелиоративным мероприятиям, непосредственно направленным на борьбу с засолением земель, относятся также промывки засоленных почв. Планомерное осуществление агро-мелиоративных мероприятий способствует рассолению, окультуриванию и повышению плодородия почв. Недооценка большой роли и значения этих мероприятий для улучшения мелиоративного состояния орошаемых земель поэтому недопустима.

1. Планировка орошаемых полей

Планировка полей заключается в устранении на них всех крупных и мелких неровностей. При планировке на поле срезают забугрения и повышения, засыпают низины и впадины, выравнивают разъемные борозды, свальные гребни, промоины и другие неровности. Затем производят общее выравнивание (выглаживание) всей поверхности поля.

Планировка полей имеет большое агротехническое и мелиоративное значение. На полях с невыровненной поверхностью вода распределяется неравномерно, качество промывных и вегетационных поливов резко снижается, на проведение их затрачивается много труда и лишней воды. Ухудшается также качество посева, использование удобрений и др.

На выровненных участках, при экономном расходовании воды, происходит равномерное рассоление и увлажнение почвы, намного повышается эффект от агротехнических мероприятий. Рост и развитие растений значительно улучшаются, намного увеличивается урожайность сельскохозяйственных культур.

Так, в бригадах 39 и 40 пятого отделения совхоза № 1 имени Волкова «Главсредазирсовхозстроя» были получены следующие урожаи хлопка (табл. 38).

Таблица 38

Урожайность хлопчатника в зависимости от степени спланированности поля

Поле	Урожай, ц/га
Хорошо спланированное (диагонально-перекрестным способом по направлению полива). Планировщик П-2,8А	28,7
Обычная планировка деревянной малой + частичная ручная планировка	18,3
Неспланированное поле, поверхность его сильно изрезана	9,0

При планировке полей не подверженных засолению наилучшие условия для поливов создаются при однородной наклонной поверхности поля, с продольными уклонами 0,002—0,007 и поперечными в два раза меньше.

Однако не всегда целесообразно подчинять планировку полей указанным условиям. Во многих случаях это обусловит большой объем земляных работ и глубокие срезки верхнего, наиболее плодородного слоя почвы. Поэтому при планировке проектную поверхность и проектный уклон следует приближать к естественным условиям поверхности участка и его уклона.

При планировке земель, подверженных засолению, следует учитывать не только агротехнические, но и мелиоративные требования. На этих землях продольные и поперечные уклоны должны быть такими, чтобы размер затопляемых при промывке чеков (площадок) не был слишком малым (менее 0,1 га), а разность высотных отметок внутри чеков не превышала 5—7 см. При учете этого продольные уклоны планируемых участков не должны превышать 0,002—0,003, а поперечные 0,0012—0,0018. Лучше, если поверхность планируемых участков будет иметь минимальные уклоны.

При планировке земель под посевы риса (в специализированных рисовых совхозах) желательна горизонтальная проектная поверхность. Однако на землях с уклонами более 0,0005—0,001 планировка под горизонтальную плоскость неприемлема из-за большого объема земляных работ.

Планировка может проводиться частичная, капитальная и текущая.

Частичная планировка не меняет общего характера поверхности участка и проводится в случаях, когда после устранения отдельных, ясно видимых неровностей, становится возможным нормальный полив всего участка.

При капитальной планировке выравнивание поверхности производится на всей площади поля. Ее применяют в случае, когда частичной планировкой нельзя получить хороших условий для полива. При капитальной планировке объем земляных работ достигает 300—1000 м³/га и больше, а глубина срезов забугрений 30—50 см и больше. Планировку ведут на основе соответствующего проекта работ, с предварительной высотной съемкой рельефа планируемых участков.

Текущая планировка — это ежегодная, легкая планировка полей с целью устранения к посеву небольших неровностей почвы. При текущей планировке объем земляных работ обычно не превышает 150—200 м³/га, а глубина срезки почвы 10—15 см.

Текущую планировку выполняют в два этапа: осенью, после зяблевой вспашки, разравнивают свальные гребни, разъемные борозды, поворотные полосы, а весной перед севом выравнивают сплошь всю поверхность поля.

При проведении капитальной планировки, в зависимости от условий участков и требований полива, может назначаться различная проектная поверхность и величина уклонов:

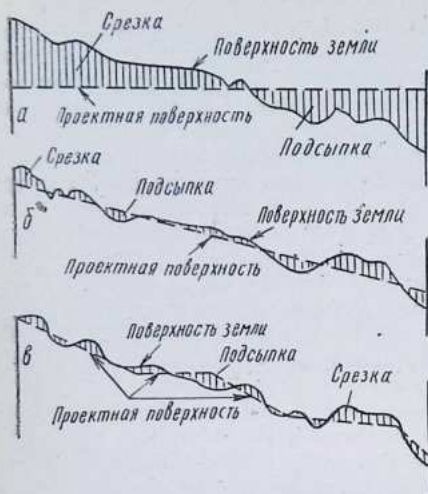


Рис. 37. Типы проектной поверхности поливных участков (по Г. Г. Подгорнову):

а — планировка под горизонтальную плоскость;
б — под наклонную плоскость; в — под топографическую поверхность

— под наклонную плоскость, имеющую общий уклон, приближающийся к существующему уклону поверхности земли;

— под топографическую поверхность, с изменяющимися уклонами, максимально приближающимися к форме существующей естественной поверхности земли;

— под горизонтальную плоскость (рис. 37).

Проектная поверхность должна отвечать принятой технике полива.

Капитальную планировку выполняют на основе проекта этих работ, с предварительной съемкой рельефа планируемых участков.

Съемку проводят нивелиром по квадратам 20×20 м, при сложном рельефе 10×10 м. По полученным высотным отметкам составляют план (в масштабе 1:2000) с сечением рельефа горизонталями через 0,1—0,25 м, или продольные профили в масштабе: горизонтальный 1:2000 и вертикальный 1:100.

Целесообразнее составлять проекты планировки по продольным профилям, а планировочные работы вести по полосам, пользуясь методикой, разработанной проектным институтом «Узгипроводхоз».* Такой способ планировки широко применяется на орошаемых землях Центральной Ферганы, Голодной степи, Украинской ССР. На больших площадях используют его за рубежом — в США.

Проектирование сводится к назначению на профилях линий заданной проектной поверхности с обязательным условием баланса срезок — подсыпок по длине каждого профиля. При сложном рельефе участка могут быть случаи, когда баланс земляных работ должен сводиться не по одной, а по двум — трем вместе взятым полосам. Тогда можно добиться получения удовлетвори-

* Временные указания по составлению рабочих чертежей и производству планировочных работ на землях нового орошения. Т., Институт «Узгипроводхоз», 1959.

тельного проекта планировки и исключения значительной дальности перемещения грунта.

Профили створов на всем поливном участке строго увязываются между собой в поперечном и продольном направлениях без каких-либо уступов. Постоянный уклон по длине поливных борозд желателен, но не обязателен.

Для производства работ на всех точках створов выставляют вешки длиной 1,5 м. Величину срезок — подсыпок обозначают от верха вех ленточками двух цветов. Кроме того, на затесках вешек крупными цифрами выписывают величины срезок (со знаком минус) и подсыпок (со знаком плюс) в сантиметрах. Точки нулевых работ обозначают вешками без вязок с надписью «0».

Никаких планов, схем или выписок на руки водителю машин не выдается. Водитель ориентируется в работе только разбивочными знаками.

Работа скреперами выполняется продольными ходами внутри полос по одному направлению. Может применяться и несколько направлений возок, зачастую объединяемых в балансовые площадки. Разработка каждой полосы как на участках срезки, так и подсыпки ведется вначале по краевым частям каждой полосы. После них разрабатывается средняя часть полосы (рис. 38). Окончательно полосы выравнивают (выглаживание поверхности) длиннобазовыми планировщиками или грейдерами. Лучшие результаты получают при проходе орудия в три следа — два диагональных и один продольный. Последний след делают обязательно в направлении полива.

Приемку спланированных поливных участков производят после пробного полива, при невозможности же его проведения — после контрольной выборочной нивелировки (примерно на 20% площади).

При несложном рельефе и отсутствии значительных переломов уклонов по направлению полива составление рабочих схем планировки возможно по упрощенному способу. Инструментальную съемку рельефа не проводят. На сетке квадратов площади глубины срезок и высоты подсыпок определяют при помощи визирок. Используют вешки-визирки и нивелировочную рейку-визирку (рис. 39).

Планировку под горизонтальную плоскость выполняют обычно на землях, отводимых под посевы риса, орошаемого затоплением чеков. Встречается такая планировка и в хлопководческих хозяйствах. Так, на большой площади с хорошими результатами осуществил ее передовой совхоз «Пахта-Арал». Лучшие всего применять такую планировку на землях, где общий и местные уклоны не превышают 0,0002—0,0003.

Планировку поверхностей выполняют при помощи различных орудий. При капитальной планировке используют: бульдозеры, скреперы, грейдеры, планировщики типа волокуш и другие орудия.

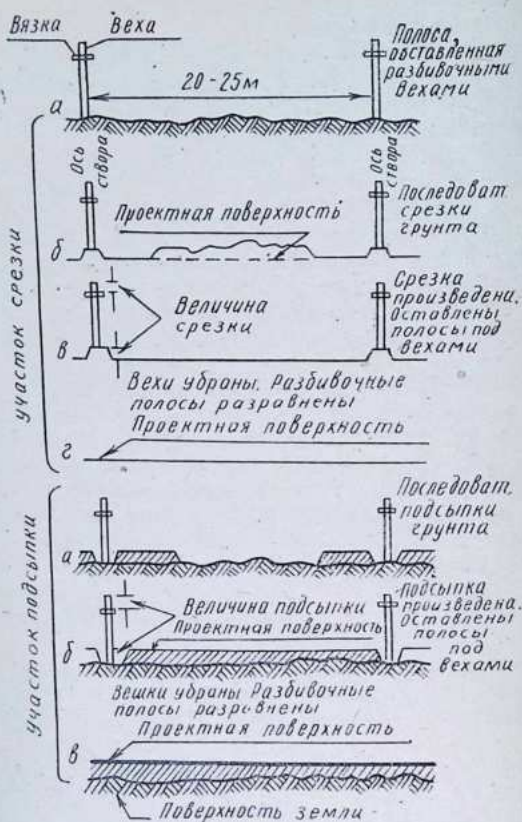


Рис. 38. Последовательность разработки полосы при ее планировке (по схеме "Узгипроводхоз")

Бульдозеры (тракторные отвалы) используют для выравнивания крупных забугрений и повышений, при перемещении грунта на близкие расстояния (до 40—50 м). Отвал (лоток) бульдозера с режущим ножом прикрепляется впереди на раму трактора (рис. 40).

Скреперы (тракторные лопаты) применяют для срезы забугрений, повышений и засыпки низин при перемещении грунта на значительные расстояния (до 100—300 м и больше). Емкость ковша ползунковых скреперов — 0,75—1 м³, колесных скреперов от 1,5—2,75 до 6—10—15 м³. Скрепер — основной механизм при проведении капитальной планировки (рис. 41).

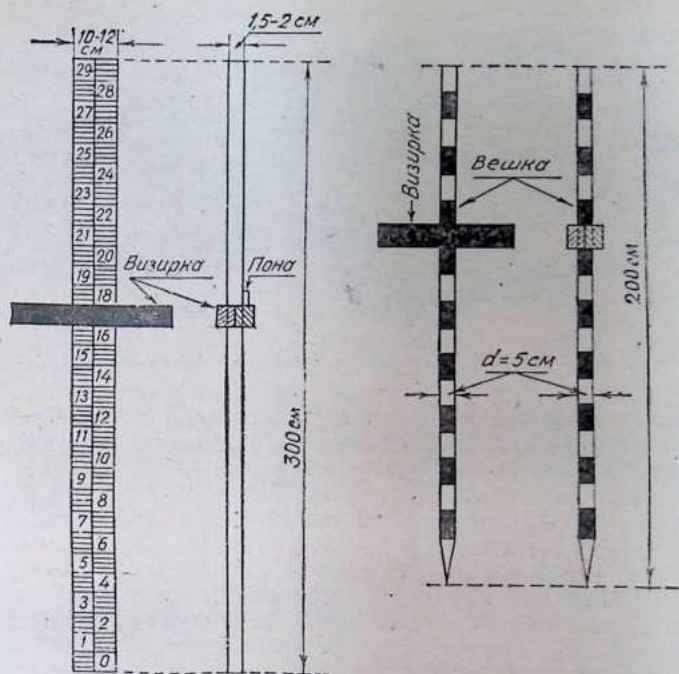


Рис. 39. Визирки для высотных отметок при планировочных работах.

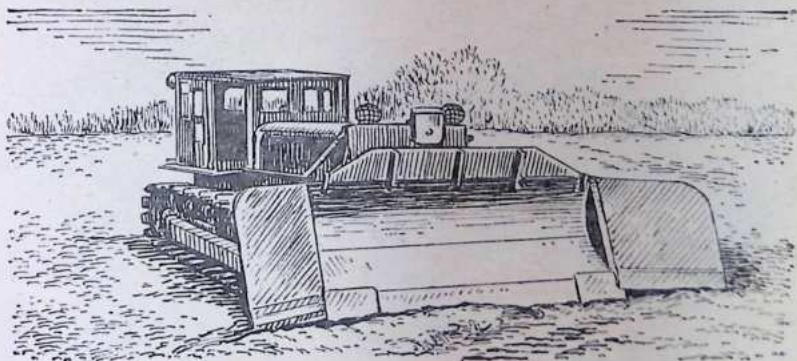


Рис. 40. Бульдозер с боковыми открываками

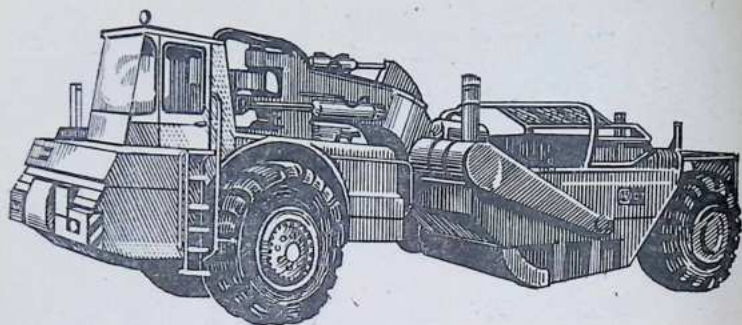


Рис. 41. Скрепер Д-354 (емкость ковша 2,75 м³)

После работы бульдозерами и скреперами, для устранения остающихся неровностей и общего выравнивания поверхности поля, используют грейдеры, тракторные волокуши, длиннобазовые планировщики, тракторную малу.

Грейдеры (тракторные ножи) могут быть прицепные и автогрейдеры, тяжелого и среднего типа (рис. 42). Длина ножа грейдера 3—3,66 м (с удлинителями 3,8—4,5 м). Толщина стружки в зависимости от состояния почвы в пределах 0,05—0,25 м.

Планировщики типа волокуш (ПР-5, ПВ-7,3) применяют для сплошного выравнивания поверхности поля. Планировщики имеют разравнивающие секции, рабочими органами

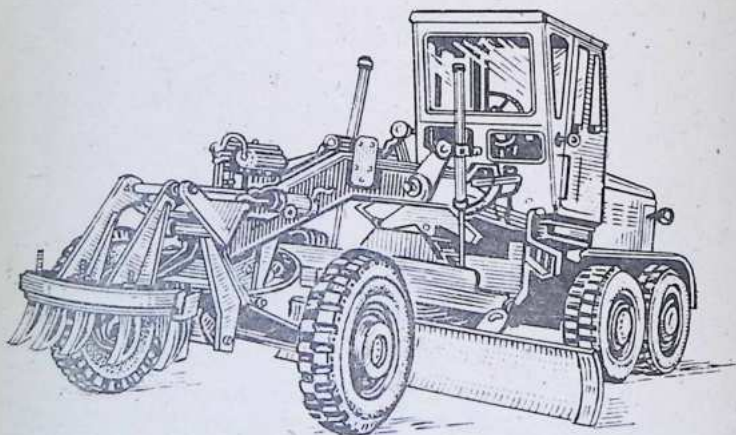


Рис. 42. Грейдер тяжелый Д-20Б

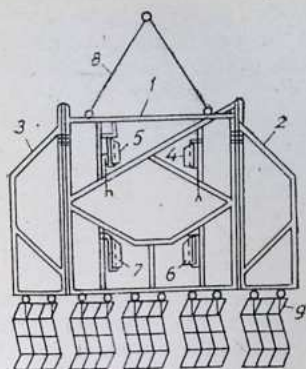


Рис. 43. Планировщик-разравниватель ПР-5:

- 1, 2, 3, — разравнивающие секции
 4 — средняя, 2 и 3 — крайние; 4, 5,
 6, 7 — подъемные механизмы;
 8 — сцепное устройство;
 9 — зубчатые бороны

которых являются поперечно- и диагонально-расположенные полозья, с прикрепленными к ним ножами. К планировщику присоединяют зубчатые бороны (рис. 43).

Для общего выравнивания все шире используются и длиннбазовые планировщики (ПТ-4А, ПС-2,75М, ПА-3 и др). Особенностью этих планировщиков является их длинная продольная база (расстояние между осями передних и задних колес) и рабочий орган в виде бездонного ковша, жестко скрепляемый винтом с рамой (рис. 44). Ширина рабочего захвата ковша 2,75—4 м. Благодаря большой продольной базе (13,5—15 м) ковш, установленный на уровне ровной поверхности участка, автоматически срезает грунт на повышенных местах и сыплет его в понижения.

Капитальная планировка предполагает подготовительные и основные работы. К подготовительным относятся: очистка участков от травянистой и кустарниковой растительности, от валунов, рыхление мест срезов и подсыпок (если они значительно уплотнены), заравнивание ненужных старых оросителей, дорог и др.

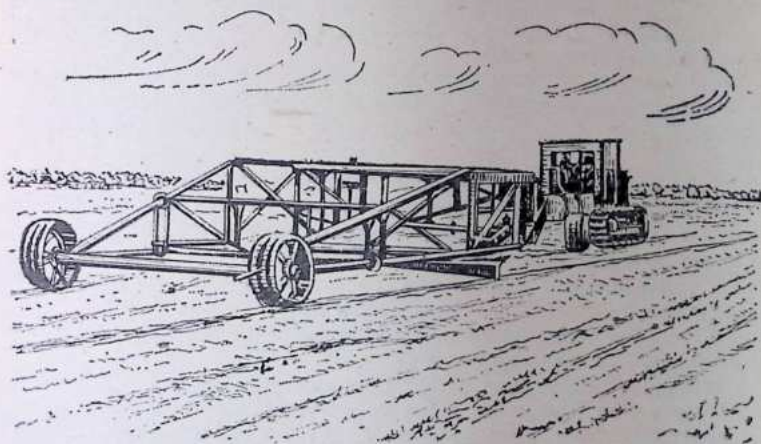


Рис. 44. Длиннбазовый планировщик

После капитальной планировки места срезок нужно удобрять повышенными нормами минеральных и особенно органических удобрений. Плодородие почвы при этом может быть быстро восстановлено. Так, на Бухарской опытной станции на поле со срезками до 20—30 см были получены следующие урожаи хлопка-сырца: при внесении минеральных удобрений

(N 130 + P ₂ O ₅ 150 кг/га)—15,2 ц/га;	
то же + навоз 10 т/га	—26,9 "
то же + навоз 30 " "	—31,6 "

На всех орошаемых землях обязательна ежегодная текущая планировка полей для устранения мелких неровностей почвы, возникающих в результате вспашки, размывов почвы и др.

Текущую планировку проводят в два этапа: сразу после вспашки выровнивают более крупные неровности — свальные гребни, разъемные борозды, поворотные полосы и другие, а весной, непосредственно перед посевом поверхность поля выровнивают сплошь. Первую работу выполняют грейдерами, вторую — планировщиками типа волокуш, длиннобазовыми планировщиками или же тракторной малой.

Тракторная мала может применяться металлическая, заводского производства (планировщик-мала ПМ) или деревянная, изготавливаемая в хозяйстве. Деревянная мала должна иметь на передней стороне тяжелого бруса стальную полосу, служащую ножом.

При текущей планировке срезка отдельных небольших забугрений и засыпка понижений может производиться легкими тракторными планировщиками марки КПУ-2000А (к трактору Т-74), КЗУ-0,3 (на раму к трактору Т-74 или «Беларусь»), чизелями-планировщиками.

При переоборудовании чизеля в планировщик на задний ряд его грядилей укрепляют болтами прочную доску, в нижний край которой монтируют стальную полосу с заостренной режущей кромкой.

При капитальной и текущей планировке полей нормы производительности планировочных орудий различны. Они изменяются в зависимости от марки орудия и марки трактора, а также условий работы (дальность перемещения грунта, характер грунта и трудность его разработки, состояние грунта по влажности, плотности, растительному покрову и др.).

Данные о применяемых на планировке полей орудиях и нормах выработки для них см. в табл. 39.

Широкое проведение работ по капитальной и текущей планировке полей, при высоком ее качестве, ускорит улучшение мелиоративного состояния земель, будет способствовать повышению плодородия почв, увеличению урожайности сельскохозяйственных культур.

Планировочные орудия и нормы выработки для них

Марка орудия	Марка трактора	Объем дотка (ковша), длина отвала (ножа)	Часовая выработка	Расход горючего	Дальность перемещения грунта или длина гопа (для котловых показаны нормы выработки), м
<i>Планировка полей (срезка забугорений и засыпка понижений)</i>					
Бульдозер Д-157	T-100 МГС	2,5 м³	21—210 м³/час	3,0—37, 6 кг/100 м³	5—60
Бульдозер Д-159	T-74	1,2 "	11—71 "	5,3—45 "	5—40
Скрепер колесный Д-147 и Д-222	T-130 Г	6—6,5 "	15,9—71 "	14,9—68 "	50—300
Скрепер колесный Д-183 и Д-230	T-100 МГС	2,25 "	10—42 "	13,8—60 "	50—300
Скреперы ползунокорые и скрепер КПУ-2000 А	T-4	1—1,1 "	11,5—24 "	29,2—68,6 "	30—100
Скреперы ползунокорые	ДТ-75	0,75 "	9,1—18 "	37,8—82,5 "	30—100
Грейдер тяжелого типа Д-20А	T-100 МГС	3,66(5,46) м*	12—25,5 "	45—96,7 "	30—100
Грейдер среднего типа Д-241	T-74	3(3,8) м*	5,3—12,5 "	143—196 "	30—100
<i>Разравнивание свальных гребней и разземных борозд</i>					
Грейдер среднего типа Д-241	T-74	3(3,8) м*	11,45—2 км/час	3,87—5 кг/км	200—1500
<i>Предпосевное выравнивание полей</i>					
Длиннобазовый планировщик ПА-3	T-74	1,4 м³	до 1,5 га/час	вес орудия	1400 кг
Длиннобазовый планировщик П-2, 8А	T-74	2,2 "	0,7—0,8 "	вес орудия	2500 "
Планировщик ПР-5	T-4	5,0 м**	1,64—2,12 "	3,41—4,91 кг/га	100—1200
Планировщик ПВ-7,3	T-100 МГС	7,3 **	2,08—2,62 "	2,55—3,03 "	100—1200
Планировщик КЗУ-0,3В	T-4	2,8 "	1,81—2,19 "	3,36—3,88 "	100—1200

* Длина ножа (в скобках — длина с удличителями)

** Ширина захвата разравнивающих секций орудий

2. Лесонасаждения

Насаждения леса в засушливых районах страны, в том числе в орошаемых районах, имеют большое народнохозяйственное значение. Лес здесь является значительным источником топлива, строительных и поделочных материалов. Он влияет на увеличение водных ресурсов территории, улучшение санитарно-гигиенических условий местности. Велика роль лесных насаждений также в мелиорации климата и улучшении мелиоративного состояния орошаемых земель.

Многие орошаемые районы подвержены действию сильных ветров и частых суховеев. В Узбекистане это главным образом районы западной и центральной части Ферганской долины, Бухарского и Каракульского оазисов, Каршинской и Голодной степей, Сурхан-Шерабадской долины. В этих районах защитные лесные полосы имеют большое мелиоративное значение.

Наличие деревьев прежде всего улучшает микроклимат орошаемых полей: снижает скорость и силу ветра (рис. 45), понижает температуру воздуха, увеличивает его влажность.

В совхозе «Пахта-Арал» относительная влажность воздуха на высоте 2 м от поверхности почвы в различном удалении от лесных полос, оказалась следующей (табл. 40).

Как видно, под влиянием деревьев относительная влажность воздуха с 44—53% (в 300 м от лесополосы) увеличилась до 59—64% (в 10 м от них).

С улучшением микроклимата уменьшается испарение влаги почвой, улучшается ее водный режим, снижается коэффициент транспирации растений. В этой связи снижается потребность в воде на орошение сельскохозяйственных культур, а на землях, подверженных засолению, ослабляется вынос солей в поверхностные горизонты почвы. Увеличивается урожайность сельскохозяйственных культур.

Велика защитная роль леса в районах с сильной ветровой деятельностью и легкими (песчаными и супесчаными) почвами. В таких районах (например, в западных районах Ферганской области УзССР) под действием ветра происходит ветровая эрозия (снос) почвы. При этом в период всходов выду-

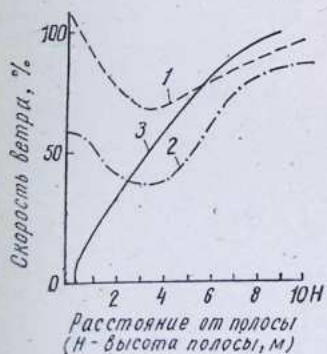


Рис. 45. Ослабление ветра лесными полосами различной ветропроницаемости (по П. А. Воронцову):

1 — продуваемая полоса; 2 — ажурная (с просветами) полоса; 3 — непродуваемая полоса

Таблица 40

Лесополосы и относительная влажность воздуха (данные УЗНИИЛХ).

№ лесной по- лосы	Относительная влажность в процентах на расстоянии от лесной полосы, м				
	10	50	100	200	300
1	59	55	52	48	44
2	60	51	53	50	48
3	62	59	57	53	44
4	64	55	59	47	53

ваются семена или обнажается корневая шейка растений и они гибнут. На сохранившихся растениях повреждаются листья, часто надламываются ветви и даже целые кусты растений.

Защитная роль леса в таких районах видна из следующих данных по совхозу имени Ахунбабаева Фрунзенского района Ферганской области (табл. 41).

Таблица 41

Защитное действие лесных полос (А. Г. Шалимов)

Скорость вет- ра, м/сек	Относительная влажность воз- духа, %	Испарение вла- ги из почвы, г/час	Сдувание верх- него слоя поч- вы, см	Повреждае- мость лиственной поверхности песчинками, %	Защитное дей- ствие лесной по- лосы, м
<i>Контроль на открытой местности</i>					
0	71	3,2	—	—	—
15	48	7,0	3,0	17,0	—
30	27	11,0	8,0	81,0	—
<i>Продуваемая ветрозащитная полоса</i>					
0	72	3,0	—	—	—
15	55	5,2	1,0	11,6	300
30	37	8,1	3,0	59,0	—
<i>Непродуваемая ветрозащитная по- лоса</i>					
0	72	2,7	—	—	—
15	69	3,0	—	—	300
30	67	3,5	3,0	1,5	—

По исследованиям К. Мирзаджанова в районах, где дуют сильные ветры, эрозия почвы особенно сильно развивается на полях с шириной поливных карт в 300—400 м. Такая ширина значительно превосходит расстояние, на которое распространяется защитное действие лесных полос. Лесополосы защищают почву и посевы лишь на расстоянии 12—15-кратной высоты деревьев. При высоте лесополос 10—12 м защитное действие не

превышает 150—180 м. Из указанного расчета и рекомендуется исходить при определении ширины поливных карт.

Высокую эффективность лесных полос подтверждает опыт многих хозяйств Кировского района Ферганской области. По данным К. Мирзаджанова, до проведения противоэрозионных мероприятий в четырех совхозах — имени Кирова, «Бешарык», «Коканд» и «40 лет Октября» в 1963 г. от действия ветров пострадало почти 4,5 тыс. га посевов хлопчатника. Через четыре года, когда в этих хозяйствах поднялись защитные лесополосы, действие ветровой эрозии уменьшилось в 6—7 раз, а урожайность хлопчатника за этот период увеличилась на 10—15 ц.

В первые 4—5 лет, когда высота созданных лесополос еще недостаточна, на хлопковых полях для их защиты рекомендуются кулисные посевы из озимых хлебов, кукурузы, джугары, иногда подсолнечника. Ширина кулисы должна быть 1,5—2 м, а межкулисные расстояния — 18—20 м.

Большое мелиорирующее влияние лесопосадки оказывают в связи с транспирационной деятельностью растений на режим грунтовых вод. Деревья, имея громадную листовую поверхность и глубокую корневую систему, испаряют много воды, в том числе воды, просачивающейся из каналов, а также грунтовой воды (при относительно высоком ее залегании).

Различные древесные породы 12—15-летнего возраста, высаженные по оросительной сети, транспирировали за вегетационный период (с апреля по октябрь) следующее количество воды (в пересчете на одно дерево): ива (тал) — 91,4, тополь — 82,9, шелковица — 65,8, абрикос — 32,9, лох (джида) — 24,0, туранга — 12,2 м³ (Л. В. Елисеев, Турк. ССР).

Благодаря транспирации деревьев уровень залегания грунтовых вод в вегетационный период на площади, прилегающей к лесополосам (вдоль оросительных каналов, дорог), значительно снижается.

Так, в совхозе «Пахта-Арал» грунтовые воды на различных расстояниях от облесенных ивой оросительных каналов залегали на следующей глубине (табл. 42 и рис. 46).

Пространственное влияние лесных полос распространяется на расстояние до 150—200 м, при снижении уровня залегания грунтовых вод у лесных полос на 50—100 см.

Под влиянием лесополос образуются такого же вида депрессионные кривые поверхности грунтовых вод, что и под действием искусственных дренажей. По этой причине влияние на грунтовые воды лесных полос зачастую обозначают как действие «биологического» или «растительного (зеленого)» дренажа.

В невегетационный период, после опадения листвы деревьев и прекращения транспирации, действие биологического дренажа прекращается и уровень грунтовых вод на участке между лесными полосами вновь выравнивается.

Влияние лесополос на грунтовые воды в вегетационно-оросительный период (А. Ф. Грубниченко)

Возраст деревьев (число лет)	Расстояние, м					
	от оросителя К-20-37			от противоположного оросителя К-20-39		
	4	54	154	179	79	4

Глубина залегания грунтовых вод, см

12	370	352	317	339	391	373
15	271	239	203	210	278	288
16	309	260	211	198	237	241

Значение лесопосадок по оросительным каналам заключается и в том, что такие каналы, затененные деревьями, почти не страдают от зарастания сорняками и заиливания, не подвергаются размыву.

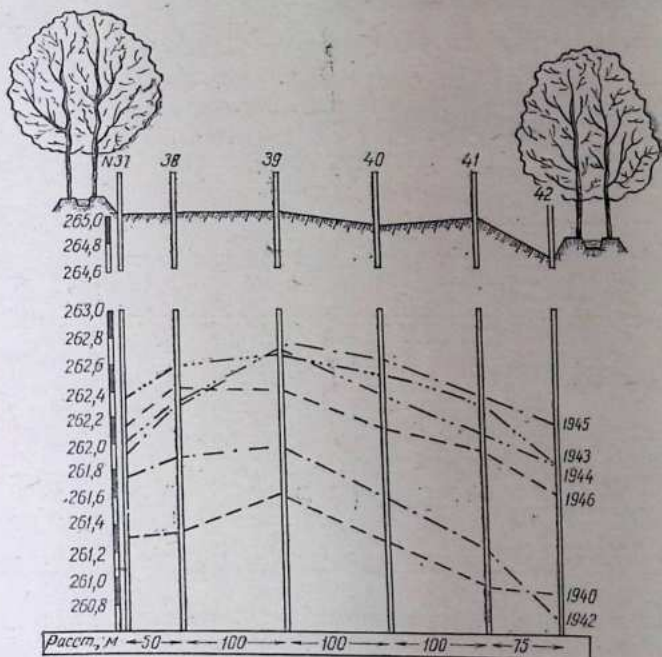


Рис. 46. Положение уровня грунтовых вод в вегетационный период (май-октябрь) между групповыми оросителями, обсаженными ветлой (по данным А. Ф. Грубниченко)

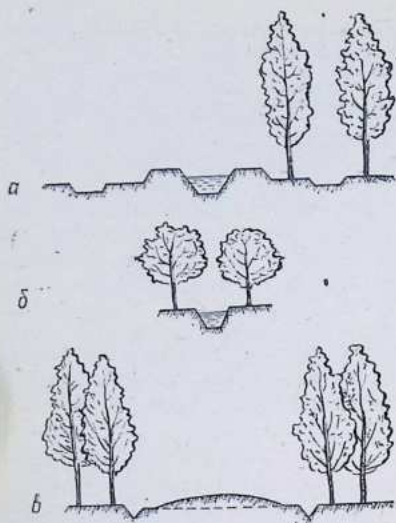


Рис. 47. Древесные насаждения на оросительных каналах и вдоль дорог:

а — односторонние (при механической очистке крупных каналов); *б* — двусторонние (при ручной очистке небольших оросителей); *в* — двусторонние (по обеим сторонам дороги)

Учитывая многообразное значение леса, каждое хозяйство должно использовать все возможности для широкого осуществления лесопосадок: по всей постоянной оросительной сети, коллекторам и дренам, вдоль дорог, по границам севооборотных полей и отдельных земельных массивов, около крупных гидросооружений и водных узлов, на полевых станах, приусадебных землях, в поселках, в виде отдельных лесных рощ и др. (рис. 47). В районах, подверженных сильной ветровой деятельности и суховеям, должны создаваться и крупные государственные защитные лесные полосы.

В Узбекистане работы по созданию полезащитных лесных полос широко проводятся в Голодной

степи, в Центральной Фергане, Каршинской степи, Кокандской группе районов, в Бухарской области и других районах.

Для облесения оросительной сети и полевой территории могут быть использованы многие древесные породы: ива (тал), тополь пирамидальный, шелковица, карагач, дуб, чинара, клен серебристый и др.; на землях, подверженных заболачиванию: ива, тополь, кипарис болотный; из засухо- и солеустойчивых пород (по границе орошаемых оазисов с пустыней, песками): гледичия, белая акация, лох, туранга и др.

Шелковица должна высаживаться вдоль дорог и оросительных каналов, а также на специальных тутовых плантациях (в виде рощ). Наряду с шелковицей большое внимание должно быть уделено и плодовым насаждениям (яблоня, абрикос, вишня, грецкий орех, виноград и др.).

Шелковицу и низкоштабные плодовые деревья следует высаживать главным образом по мелкой постоянной оросительной сети.

По данным СредазНИИЛХ наибольший эффект полезащитные лесные полосы дают при взаимно перпендикулярном их расположении, когда они составляют систему клеток. Расстоя-

ние между основными полосами рекомендуются в 400—500 м, при ширине их большей частью 12—15 м (пяти-шестирядные насаждения). По опыту Кокандской группы районов на защите посевов достаточно эффективными оказались и двухрядные лесополосы. В первом ряду таких полос может быть высажена быстрорастущая ива (тал), во втором (на подветренной стороне) — шелковица (тутовник).

Структуру лесных полос (продуваемая, непродуваемая, ажурная) и ассортимент пород в каждом случае определяют в соответствии с климатическими и почвенно-мелиоративными условиями той или иной территории.

Большое внимание должно быть уделено агротехническому уходу за молодыми лесонасаждениями и их охране от поломок, порубок, распахки, потравы скотом, от вредителей и болезней.

3. Освоение севооборотов с посевами люцерны

Освоению севооборотов в целях повышения плодородия почв и урожайности сельскохозяйственных культур уделено большое внимание в решениях XXV съезда КПСС и июльского (1978 г.) Пленума ЦК КПСС.

Работа по введению и освоению хлопково-люцерновых севооборотов целеустремленно проводится во всех республиках Средней Азии. В Узбекистане* за четыре года десятой пятилетки площадь, на которой освоены севообороты увеличилась вдвое и составляет почти 1,5 млн. га. Полное освоение введенных севооборотов составляет около 70%. В большинстве хозяйств хлопчатник высевается теперь в основном по предшественникам 1—5 года распахки люцерны. Освоение севооборотов способствовало повышению плодородия земель, подавлению выла, росту урожайности полей. Средняя урожайность хлопчатника за три года десятой пятилетки составила 30,6 ц/га или повысилась по сравнению с девятой пятилеткой на 2,1 ц.

На всех орошаемых и особенно на недостаточно плодородных и подверженных засолению землях освоение хлопково-люцерновых севооборотов имеет важное мелиоративное значение. В севооборотах на таких землях основное мелиорирующее действие на почву оказывает культура люцерны.

Исключительно большое значение люцерны как мелиорирующей культуры было отмечено многими исследователями (Н. И. Курбатов, В. С. Малыгин, Е. Г. Петров, Б. В. Федоров, Б. С. Коньков и др.).

В Средней Азии люцерна — древнейшая, исключительно ценная и высокопродуктивная кормовая культура. Она дает не

* Постановление XIII пленума ЦК Компартии Узбекистана (1979 г.). «О задачах партийной организации республики по выполнению решений XXV съезда партии и июльского (1978 г.) Пленума ЦК КПСС по освоению севооборотов и завершению комплексной механизации хлопководства».

только хороший корм, но и обогащает почву азотом. За время стояния в севообороте люцерны, при высоком уровне агротехники, накапливает в почве 20—25 т корневой массы, в которой содержится до 400—600 кг биологического азота. Кроме того люцерна способствует улучшению физических свойств почвы, понижению уровня залегания грунтовых вод и рассолению почвы.

Мелиорирующее действие люцерны на почву связано с тем, что она улучшает структуру почвы, задерживает и ослабляет восходящие токи воды в ней. Вследствие этого уменьшается испарение влаги и ослабляется вынос солей в поверхностные ее горизонты, усиливается вымыв из нее солей под действием атмосферных осадков, промывных и вегетационных поливов.

Люцерна своим зеленым покровом защищает почву от перегрева и ветров, поэтому испарение влаги из нее (восходящий ток) уменьшается до минимума или прекращается. В то же время при поливах люцерны создается нисходящий ток влаги и почва постепенно рассоляется.

Люцерна имеет глубокую корневую систему (до 2—3 м и более) и огромную листовую поверхность. Поэтому она расходует на транспирацию при близком залегании грунтовых вод большое количество почвенно-грунтовой воды (до 10—12 тыс. м³/га). Следствием этого является значительное понижение уровня грунтовых вод (рис. 48). По сравнению с хлопковыми полями (в пределах одной и той же почвенной разности) под люцерной залегание грунтовых вод всегда ниже (на 40—60 см), а это способствует улучшению солевого режима почвы.

Положительное влияние севооборотов с люцерной на мелиоративное состояние земель объясняется и тем, что на окультуренных люцерной почвах сокращаются затраты воды на поливы, уменьшаются водозабор, а соответственно и потери воды на фильтрацию из каналов.

Весьма убедительны в этом отношении данные исследований

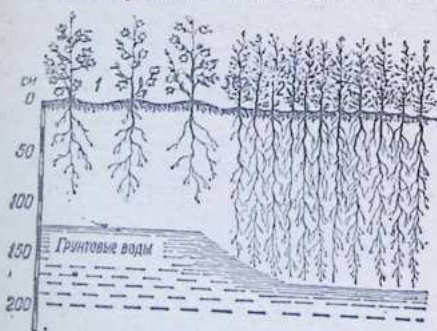


Рис. 48. Уровень залегания грунтовых вод на хлопковом (1) и люцерновом (2) полях

по Голодной степи Э. А. Лифшиц. Травы (травосмесь—люцерна, райграс и ежа сборная), улучшая микроклимат, водно-физические свойства почвы, режим грунтовых вод предотвращали сезонную реставрацию засоления почвы и оказывали положительное последствие на солевой режим почвы после их распашки.

На севооборотных полях, по фону распашки трав, оказалось возможным получить высокие урожаи хлопка без промывных поливов, при небольших затратах оросительной воды и минеральных удобрений (табл. 43).

Таблица 43

Затраты воды, удобрений и урожай хлопка-сырца на полях севооборота

Фонд	1953 г.					1954 г.				
	поливов	ороситель- ная норма, м ³ /га	минеральные удобрения, кг/га		урожай хлопка, ц/га	поливов	ороситель- ная норма, м ³ /га	минеральные удобрения, кг/га		урожай хлопка, ц/га
			азот	P ₂ O ₅				азот	P ₂ O ₅	
Хлопчатник по пласту трав	1,5	2700	0	275	45,3	—	—	—	—	—
По обороту пласта трав	2	3500	35	150	48,4	2	3168	72	102	41,0
На 3-й год рас- пашки трав	3	4000	52	130	37,8	2	3931	132	118	43,7
На 4-й год рас- пашки трав	—	—	—	—	—	3	4560	120	80	35,8

Исследования показали также, что мелиорирующее действие люцерны на почву тем больше, чем выше агротехника ее возделывания и лучше ее развитие.

О большом влиянии хлопково-люцерновых севооборотов на повышение плодородия подверженных засолению почв и урожайности хлопчатника свидетельствует также производственный опыт передового совхоза «Пахта-Арал». В этом совхозе с 1926 г. осваивался семипольный севооборот, в котором три поля занимала люцерна и четыре поля (57,1%) хлопчатник. По мере освоения севооборота (в начале с посевами люцерны, а с 1947 г. с посевами травосмеси) и увеличения травяного клина в совхозе отмечался неуклонный рост урожайности хлопчатника (табл. 44).

Таблица 44

Рост урожайности хлопчатника по ротациям севооборота в совхозе „Пахта-Арал“

Ротация севооборота	Годы	Средний уро- жай хлопка, ц/га	Рост урожай- ности от рота- ции к ротации, ц/га	Рост урожай- ности по срав- нению с первой ротацией, ц/га
Первая	1925—1931	12,1	—	—
Вторая	1932—1938	18,1	6,0	6,0
Третья	1939—1945	22,7	4,6	10,6
Четвертая	1946—1952	26,6	3,9	14,5
Пятая	1953—1959	30,5	3,9	18,4
Шестая (за 6 лет)	1960—1965	28,3	—	16,2

Однако это происходило лишь до шестой ротации севооборота, когда вследствие неправильного восприятия критики травопольной системы земледелия травяные поля были распаханы на большой площади и севооборот был нарушен. Это привело к резкому снижению урожая хлопка. Если в 1959 г. было 3000 га посевов трав и урожай хлопка с площади 5323 га составил 36,0 ц/га, то в 1964 г., когда посевы трав имелись лишь на площади 800 га урожайность хлопчатника снизилась до 22,9 ц/га.

Таким образом, несомненна большая роль хлопково-люцерновых севооборотов в рассолении и окультуривании почв, повышении их плодородия и это диктует необходимость скорейшего освоения хлопково-люцерновых севооборотов во всех мелиоративно неблагоприятных районах.

Мелиоративный эффект севооборота в большей мере зависит от его типа, порядка чередования и состава в нем сельскохозяйственных культур.

В орошаемых хлопкосеющих районах на территории хозяйства (колхоз, совхоз) осваивается обычно несколько полевых севооборотов. Схемы севооборотов (состав культур и порядок их чередования, число лет их стояния, соотношение площадей под культурами), в зависимости от почвенно-мелиоративных условий, степени подверженности почв засолению, их окультуренности могут быть разные—с двух- и трехлетней люцерной при разном удельном весе в севообороте посевов хлопчатника и других культур.

На почвах незасоленных, окультуренных, при высоком уровне агротехники возможны севообороты без многолетних трав (без люцерны). Целесообразны схемы севооборотов: 1:4:1:4, 1:4:1:3 (с двумя полями кормовых культур и 8-7 полями хлопчатника). Кормовыми культурами может быть озимая рожь на зеленый корм, а затем кукуруза на силос или зерно.

На менее плодородных землях, а также на землях подверженных засолению в слабой степени, севообороты должны включать и культуру люцерны. Рекомендуемые схемы севооборотов: 3:9, 2:8 (с тремя и двумя полями люцерны, девятью и восьмью полями хлопчатника), а также схема 1:2:7 (с тремя полями кормовых культур и семью полями хлопчатника). В этих севооборотах люцерну первого года высевается под покров зерновых (ячмень, овес или пшеница на зерно) или же совместно с кукурузой, джугарой на силос.

На землях подверженных засолению в средней и сильной степени рекомендуются севообороты с трехлетней люцерной (схемы 3:7, 3:6). Люцерну в первом году высевают под покров зерновых или же совместно с кукурузой (джугарой) или с суданской травой.

На землях засоленных, требующих капитальной планировки, в течение одной ротации могут применяться схемы севооборотов

1 : 3 : 5, 1 : 3 : 6. Первое поле здесь выделяется как мелиоративное и засеивается овсом. После уборки урожая (на зерно) проводят капитальную планировку поля и промывку почвы от солей. На второй год сеют люцерну под покров зерновых или же совместно с кукурузой (джугарой) или суданской травой. В третьем и четвертом годах — люцерна с последующими посевами хлопчатника в течение 5—6 лет. После завершения на всех полях капитальной планировки число хлопковых полей в следующей ротации севооборота увеличится до шести-семи и схемы севооборотов будут 3:6, 3:7.

В зависимости от условий возможно освоение и других схем севооборотов при различных сроках и вариантах посева кормовых, зерновых и сидерационных культур (в весеннее, летнее и осеннее время).

4. Высококачественная система агротехники, промывной режим орошения

Большое значение для улучшения солевого режима почв и мелиоративного состояния земель имеет применение правильной высококачественной системы агротехники сельскохозяйственных культур.

На полях, подверженных засолению, агромероприятия должны проводиться таким образом, чтобы они не вызывали подъема грунтовых вод, в наибольшей мере улучшали физические свойства почвы, сокращали испарение из нее влаги и всемерно усиливали вымыв из почвы вредных для растений солей.

При учете этого важно своевременно и высококачественно проводить зяблевую вспашку полей, ранневесеннее боронование и предпосевную обработку почвы. Если имеется уплотненный подпахотный слой (плужной подошвы) или подобный слой, залегающий ниже его, следует разрушать его глубокорыхлителем (ГР-2,7), мощным чизелем или плугом с уменьшенным чизлом корпусов.

Улучшают солевой режим почвы также своевременные, высококачественные междурядные обработки почвы после полива. Обработки важно проводить при физической спелости почвы культиваторами с улучшенными рабочими органами (для послойного рыхления почвы без больших комков).

Важным мероприятием является применение правильной системы внесения в почву органических и минеральных удобрений, как средства ее окультуривания, улучшения физических свойств и повышения плодородия.

Заслуживает внимания возможность повышения урожаев и устранения вредного действия солей на растения внесением в почву слаборастворимых мочевино-формальдегидных удобрений (МФУ). Эти удобрения содержат много органических кислот и смол и до 40% азота в аммиачной форме. Несмотря на высокое

исходное содержание хлора в почве (К. А. Давий), в почвенном растворе при внесении МФУ его оказалось намного меньше, чем в контроле, а урожай хлопка был значительно выше. Возможно, что мочевино-формальдегидные соединения являются адсорбентом (поглотителем), связывающим токсический хлор-ион с органическими веществами.

Положительный эффект от внесения на засоленных почвах МФУ получен на полях хлопчатника Ферганской опытной станции СоюзНИХИ, а также совхоза «Каган» Каганского района Бухарской области.

Эффективным средством регулирования режима грунтовых вод и водно-солевого режима почвы является применение рационального режима и размера орошения, способов и техники полива сельскохозяйственных культур.

Так, при близком залегании пресных или слабоминерализованных грунтовых вод (на глубине 1—2,5 м) и хороших водоподъемных (капиллярных) свойствах почвы выгодно вести поливы не поверхностным способом (по бороздам), а дождеванием (рис. 49). При этом устраняются избыточные поливные и оросительные нормы и значительно понижается уровень залегания грунтовых вод.

В совхозе «Пахта-Арал» после перехода на поливы дождеванием кривая уровня залегания грунтовых вод в вегетационный период получила плавный спад. Летом и осенью грунтовые воды залегали значительно ниже, чем при поверхностных поливах по бороздам (рис. 50).

Данные о влиянии дождевания на понижение уровня залегания грунтовых вод в этом совхозе приведены в табл. 45.

Совхоз, применяя дождевание хлопчатника на всей его площади, получил в 1961 году самый высокий урожай хлопка за всю историю хозяйства. С каждого из 5621 га было собрано по 36,2 ц хлопка.

Однако дождевание малыми оросительными нормами усилило засоление почв. Коренное улучшение мелиоративного состояния земель и значительное повышение урожайности хлопчатника было достигнуто после строительства в совхозе (в 1962—1966 гг.) системы вертикального дренажа из 74 скважин.



Рис. 49. Двухконсольный дождевательный аппарат ДДА-100М (расход воды 100 л/сек)

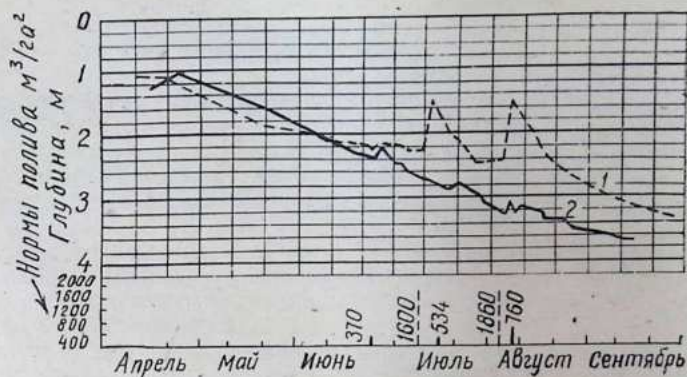


Рис. 50. Динамика уровня грунтовых вод при поливах по бороздам и при дождевании (по Е. Г. Петрову и М. В. Преображенской):

1 — при поливах по бороздам; 2 — при дождевании

Их действие позволило в 1965—1973 гг. понизить уровень залегания грунтовых вод в вегетационный период до 2,3—3 м, а осенью до 3,5—4,5 м. Применение на таком фоне осенне-зимних промывок нормами от 2,5 до 4—6 тыс. м³/га и трех вегетационных поливов хлопчатника (первого по бороздам, а последующих двух дождеванием нормами 1500—900—1000 м³/га) обусловили устойчивый режим рассоления почв. При этом возрасла урожайность хлопчатника (с 37,9 в 1972 г. до 38,6 — в 1973 г., 40,5 — в 1974 г. и 42,8 ц/га — в 1975 г.).

Улучшению солевого режима земель, подверженных засолению, способствует промывной режим орошения сельскохозяйственных культур. При таком режиме орошения увеличенные нормы поливов, превышающие на 20—40% дефицит влаги до полевой влагоемкости почвы, создают преобладание нисходя-

Таблица 45

Уровень залегания грунтовых вод в совхозе „Пахта-Арал“
(Н. Ф. Беспалов и Т. Токмурзаев)

Год	Площадь дождевания га	Глубина залегания грунтовых вод, см												Среднее за год
		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
1959	800	200	168	140	126	162	168	186	188	208	229	251	240	189
1960	4200	85	80	52	80	140	252	252	381	350	380	326	177	213
1961	5700	184	198	182	147	201	266	299	325	372	344	320	252	258

щих токов воды над восходящими. Вследствие этого уменьшается солесодержание корнеобитаемого слоя почвы, снижается концентрация почвенного раствора, в некоторой мере может опресняться и верхний слой грунтовых вод.

На землях недостаточно дренированных промывной режим орошения хлопчатника однако не может рекомендоваться, так как при этом происходит подъем грунтовых вод и создается избыточная влажность почвы. А это приводит к большому снижению доморозного, наиболее ценного урожая хлопка-сырца.

Весьма показательны в этом отношении данные (табл. 46) опытов (А. Е. Нерозин, Т. Н. Бекматов), проведенных в Центральной Фергане. Почвы тяжелосуглинистые, среднесоленые. Дренаж глубокий (2,5—3 м), но редкий (через 400—600 м). Как видно, применение промывных норм полива в 1300 м³/га дал значительный мелиоративный эффект, однако при этом сильно снизился выход доморозного хлопка-сырца (на 3,1—3,7 ц/га) против доморозного сбора при обычных нормах полива 850—1000 м³/га.

Таблица 46

Влияние промывного режима орошения хлопчатника на недостаточно дренированных землях

Показатель	1966 г.			1967 г.		
	схема поливов, оросительная и средняя поливная норма, м³/га					
	1—3—0 3425— 856	1—3—0 4034— 1008	1—2—0 3901— 1300	1—3—0 3430— 857	1—3—0 4087— 1022	1—2—0 3951— 1317
Влажность почвы (0—100 см) за период с I/VII по 10/X, %	16,7	17,3	18,7	16,4	17,4	17,9
Хлор в почве (0—100 см) в июле-августе, %	0,50	0,054	0,043	0,052	0,049	0,047
Коэффициент сезонного соленакопления (по хлору)	2,50	1,74	1,59	2,19	1,78	1,40
Минерализация грунтовых вод (на 22—24/VIII), г/л	9,6	8,8	6,9	7,0	5,3	5,7
Общий урожай, ц/га	27,9	29,0	28,3	28,5	29,4	29,0
Доморозный урожай, ц/га	23,7	23,3	20,0	23,9	23,4	20,3
%	85,0	80,2	70,6	83,8	79,5	70,0

Таким образом, при слабой дренированности земель опреснение почвы должно полностью выполняться в допосевной период.

ПРОМЫВКИ ЗАСОЛЕННЫХ ПОЧВ

1. Промывки в комплексе мелиоративных мероприятий.
Назначение и типы промывок

Промывки засоленных земель с целью опреснения и повышения плодородия почв, очевидно, имеют такую же давнюю историю, как и сама история орошаемого земледелия. Дехкане многих орошаемых районов Средней Азии (в Фергане, Бухаре, Хорезме) на засолявшихся землях издавна сооружали различной глубины дрены (зауры, закеши), а также проводили промывные поливы. Сведения о таких поливах имеются уже в давних дореволюционных трудах акад. А. Миддендорфа, С. К. Кондрашова и других исследователей Туркестанского края, Хивинского и Бухарского оазисов.

Большое практическое значение промывных поливов как одного из важнейших мероприятий по рассолению почв видно и в том, что изучение этого вопроса было начато с первых же лет деятельности организованных на территории Средней Азии сельскохозяйственных опытных учреждений.

Всякая в той или иной мере засоленная почва должна быть к посеву промыта от солей. При отсутствии промывки или же недопромывки почвы всходы культур получают изреженными, а зачастую погибают. Остающиеся растения под воздействием солей угнетаются, развитие их задерживается, урожай снижается. Содержание солей в почве к весне остается прежним или же увеличивается. Промывные поливы являются поэтому важнейшим агромелиоративным мероприятием по рассолению земель.

В Узбекистане промывки орошаемых земель проводятся ежегодно на площади 700—800 тыс/га, а при учете кратности промывок — на площади 1,3—1,5 млн. поливогектаров.

В связи с освоением новых засоленных земель площадь промывок в отдельные годы бывает даже больше (физических — до 800—900 тыс/га, в поливогектарах до 1,4—1,6 млн.).

Успешность рассоления почв поливами зависит от характера последних и имеет свои различия. Если выделить в отдельную группу капитальные промывки (при освоении сильно засоленных залежных и целинных земель), то опреснительные мероприятия поливами на освоенных, орошаемых землях целесообразно подразделить (по Федорову Б. В.) на две категории: а) профилактические поливы; б) промывные поливы (промывки).

Профилактические поливы даются на почвах еще не засолившихся, но могущих засолиться, если не дать им предупредительного полива. Они проводятся при признаках ре-

ставрации засоления почв, периодически или ежегодно, в осенний период. Норма полива должна быть несколько большей дефицита влаги до полевой влагоемкости в слое почвы до грунтовых вод. Такие поливы создают условия, при которых атмосферные осадки и конденсационная влага, фильтруясь вниз, опресняюще действуют на почву.

Промывные поливы — это прямая мера борьбы с засолением. Они применяются на уже засолившихся почвах и нормой, превышающей дефицит влаги до полевой влагоемкости и потому всегда вызывающей заметный подъем грунтовых вод.

В практике орошаемых районов используют различные типы промывок, классификация которых дана В. Р. Волобуевым. В основу ее положен главный фактор эффективности промывного действия воды — условия и характер водоотвода при промывке. Пользуясь этой классификацией и ее терминологией, можно выделить следующие три основных типа промывок:

а) промывка «осаживанием», без смыкания промывных вод с грунтовыми с водоотводом в водоемкость собственно промываемой толщи. Эти промывки возможны при относительно глубоком залегании грунтовых вод;

б) промывки «вмыванием», при которых промывные воды смыкаются с грунтовыми с водоотводом как в водоемкость собственно промываемой толщи, так и в водоемкость соседних участков;

в) промывки «выщелачиванием» с водоотводом с помощью дренажа (естественного или искусственного).

В отдельных случаях, на участках с особыми условиями (поверхностная концентрация солей, при мало проницаемых верхних горизонтах почвы) возможны промывки «смыванием» солей с поверхности.

В. Р. Волобуев выделяет также естественные промывки, при которых выщелачивание солей и определенное опреснение почв происходят под воздействием конденсационной влаги и атмосферных осадков.

Промывка — наиболее быстродействующее и эффективное средство для опреснения почв. Однако она дает нужный результат лишь в случае, когда проводится дифференцированно, с учетом почвенных, гидрогеологических, климатических и хозяйственно-ирригационных условий отдельных территорий и участков.

Назначение промывки — удаление из почвы избытка вредных для растений солей (главным образом хлористых и сернокислых солей Na, отчасти Mg) и снижение засоленности грунтовых вод.

При промывке соли растворяются и вытесняются водой прежде всего из активного, корнеобитаемого слоя почвы, мощностью около 1 м. В дальнейшем важно увеличивать глубину рассоления почвы (до 1,5—2 м и больше). При коренной же

мелиорации земель должна ставиться задача рассоления почвогрунта и грунтовых вод на глубину не менее 3—4 м.

Практика проведения промывок имеет еще много недостатков. На большой площади они проводятся в условиях слабого дренажа земель, в поздние весенние сроки, при высоком до промывки уровне залегания грунтовых вод (1,2—1,5 м). В лучшие осенне-зимние сроки (до 1 января) большинство хозяйств промывает лишь на 25—35% плана промывок в полигогектарах. Имеются и другие недостатки, связанные с применением неправильных норм и техники промывок.

В результате этого почвы опресняются недостаточно и на небольшую глубину (0,5—0,7 м). В период вегетации и осенью уровень грунтовых вод, из-за слабого их оттока, понижается главным образом за счет расхода их на испарение из почвы и на транспирацию растениями. При таких условиях, несмотря на пониженную в результате орошения минерализацию грунтовых вод (большой частью от 2—3 до 5—6 г/л плотного остатка), в летний и осенний периоды происходит процесс реставрации засоления почв. Содержание солей в них к осени возрастает (по хлору в верхних горизонтах до 0,05—0,15% и больше). Это вызывает необходимость повторных промывок почв.

При усилении дренированности земель и понижении уровня залегания грунтовых вод эффективность промывок может быть намного повышена. Для этого важно также проводить промывки в оптимальные сроки, правильно назначать нормы промывок, обеспечивать агротехнический уход за промытыми полями в допосевной период. Необходимо при этом добиваться коренной мелиорации земель, означающей глубокое и прочное рассоление почв, всемерное их окультуривание и повышение плодородия.

2. Закономерности и особенности движения солей при промывке

Знание закономерностей передвижения солей в почве и условий, определяющих эффективность промывок, имеет большое значение в определении практических мероприятий по их проведению. Процессы передвижения солей и солеотдачи в промываемых почвогрунтах во многом уточнены благодаря трудам Л. П. Розова, В. А. Ковды, П. А. Летунова, В. Р. Волобуева, А. С. Вознесенского, П. С. Панина, С. Ф. Аверьянова и других исследователей.

Л. П. Розов (1936) сформулировал положения о процессе вымыва солей из почвы. Он указывал, что солевой раствор в почве находится в двух физических состояниях: в виде раствора, прочно связанного молекулярными силами со стенками пор, и в виде свободного (гравитационного) раствора, занимающего

пространство внутри полостей пор. Когда на поверхность почвы дается сверх предельной влагоемкости добавочное количество воды, то последняя вытесняет из пор свободный солевой раствор; концентрация же солевого раствора, прочно связанного со стенками пор уменьшается лишь путем диффузии, проходящей в менее насыщенный раствор воды. Скорость движения воды вниз больше скорости диффузии. Поэтому, если через данную любую толщу почвы с солевым раствором пройдет даже чистая вода, не все соли будут вытеснены, часть их остается в пристенном слое.

Исходя из этого Л. П. Розов считал целесообразным вести промывку в несколько приемов, с некоторыми промежутками во времени между ними для растворения солей и осуществления процесса диффузии солей из солевого раствора, связанного со стенками пор.

Для того, чтобы хорошо вымыть соли необходимо предварительно их растворить, а затем вытеснить солевой раствор из почвы. Л. П. Розов отмечал, что теоретически объема воды, отвечающего величине предельной полевой влагоемкости почвы, достаточно для растворения солей в очень большом числе случаев. В то же время он обращал внимание на то, что «кристаллы солей тесно смешаны и часто плотно заключены в нерастворимую часть почвенной массы и проникновение воды в такие плотные комки почвы и обмен почвенного раствора могут быть весьма затруднены». Поэтому для растворения всех солей как правило требуется воды значительно больше того объема, который соответствует предельной полевой влагоемкости почвы.

П. А. Летуновым исследовалось значение фильтрационных свойств почвы в процессах вымывания из нее солей. Было установлено, что наиболее быстро, с меньшими затратами воды, смывание солей происходит в раздельно-зернистых бесструктурных почвах и грунтах, не имеющих трещин, корневых ходов землероев (песок, супесь, лессовые сероземы легкого механического состава). В почвах с малыми скоростями фильтрации вымыв солей, в результате встречного диффузного их перемещения, чрезвычайно замедлялся. Выяснилось, что диффузный поток может поднимать в верхние горизонты почвы в 60—120 раз больше солей, чем при нормальных скоростях фильтрации.

Были выявлены также особенности вымыва солей из структурной почвы. П. А. Летунов характеризует их следующим образом: «В ряде случаев первый максимум выноса солей объясняется процессом «смыывания» солевых выцветов с поверхности трещин и крупных структурных отдельностей почвы; после этого отмечается слабый вынос, обусловленный свободной и сравнительно быстрой фильтрацией воды через незамкнувшиеся еще трещины почвы, и, наконец, наступает новый максимум концентрации фильтратов, отвечающий медленному просачиванию фильтрационных вод через всю массу набухшей почвы».

Всеми исследователями отмечалась значительно меньшая интенсивность выщелачивания солей из тяжелых, глинистых почв в сравнении с более легкими, суглинистыми.

В. Р. Волобуев объясняет это тем, что в глинистых разностях объем связанных форм воды с находящимися в нем солями значительно больший, нежели в суглинистых разностях. Очень медленная фильтрация воды и встречные диффузионные токи солей тоже играют важную роль.

Важными являются данные об интенсивности вымыва при промывках различных анионов и катионов солей. Исследования показали (табл. 47), что в процессе промывки наиболее быстро и полно вымывается хлор (Cl). Значительно меньше и медленнее вымывается анион серной кислоты (SO₄). Наиболее медленно и в малом количестве — кальций (Ca).

Таблица 47

Интенсивность вымыва ионов солей при промывке

Почвы	Показатель	Солей в почве (0—100 см), %		Вымыв солей, %	Солей в почве (0—100 см), %		Вымыв солей, %
		до промывки	после промывки		до промывки	после промывки	

Центральная мелиоративная станция (Голодная степь)

Средние и тяжелые суглинки	Плотный остаток	1,188	1,118	5,9	1,845	1,420	23,0
	Cl	0,083	0,009	89,2	0,182	0,018	90,1
	SO ₄	0,591	0,537	9,1	0,756	0,713	5,7

Ферганская опытная станция (Федченко)

Тяжелые суглинки и глины	Плотный остаток	2,200	1,200	45,4	2,000	1,100	45,0
	Cl	0,177	0,006	96,6	0,124	0,008	93,5
	SO ₄	1,030	0,670	35,0	1,060	0,590	44,3
	CaO	0,310	—	—	0,310	0,300	3,2
	MgO	0,170	0,080	52,9	0,250	0,050	80,0

Это же показывают и другие данные. Так, в одном из опытов Чарджоуской станции из верхних горизонтов тяжелой почвы при промывке было вымыто (к исходному содержанию): всех солей (плотный остаток) 51,0—54,2, хлора — 95,8—96,7, SO₄ — 43,8—48,2, Ca — 4,4—10,9, Mg — 19,0—46,7%.

Очень малый вымыв при промывке кальция является положительным фактом, говорящим о малой вероятности процесса осолонцевания среднеазиатских, богатых кальцием, орошаемых почв. Практические результаты промывок, как правило, подтверждают это.

Значительно меньший намыв при промывках сульфатов в сравнении с хлоридами определяется не только меньшей растворимостью и подвижностью первых, но и тем, что в процессе промывки за счет обменной реакции Са гипса на поглощенные почвой ионы Na и Mg может происходить процесс образования все новых и новых количеств сульфатов натрия и магния.

На это указывают и исследования П. С. Панина. Им установлено, что в процессе промывки вымываются не только легко растворимые соли почвенного раствора, но и вторичные соли. Они образуются при переходе в раствор части труднорастворимых солей (CaSO_4 , CaCO_3 , MgCO_3), а также при обменных реакциях почвенного раствора с поглощающим комплексом почвы (образование Na_2SO_4 , NaHCO_3 и других соединений). Количество образующихся вторичных солей изменяется и зависит: от степени насыщенности почвенного поглощающего комплекса натрием и магнием; от содержания в почве гипса и карбонатов; от объема профильтровавшихся через почву промывных вод.

П. С. Паниным же отмечалось, что вымывание первичных солей означает процесс рассоления почвы, а удаление вторичных солей — процесс рассолонцевания ее. Причем рассоление и рассолонцевание сульфатно-засоленных почв в сравнении с хлориднозасоленными происходит трудней, медленней и с большими затратами воды.

Теория об условиях и закономерностях передвижения солей в почве при промывках получила свое дальнейшее развитие в трудах акад. С. Ф. Аверьянова и его сотрудников (И. П. Айдаров, Л. М. Рекс и др.). По их исследованиям, основанным на представлениях физико-химической гидродинамики, процесс промывки следует рассматривать как конвективный перенос солей промывной водой, осложненный «фильтрационной» диффузией и взаимодействием солей с активной частью почвогрунтов. В зависимости от характера строения почвогрунта, скорости фильтрации и состава солей будет преобладать тот или иной процесс переноса. В связи с этим для определения расчетного слоя почвогрунта до заданного уровня необходимо подать воды больше, чем того тре-

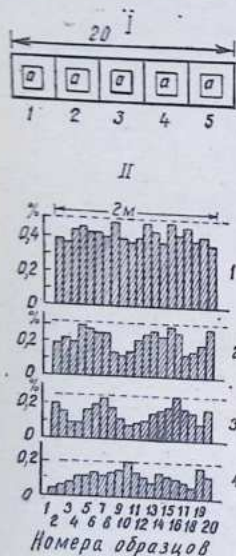


Рис. 51. Варьирование содержания воднорастворимых солей в солончаковых почвах (по А. Т. Морозову и А. А. Кизиловой):

- 1 — схема исследования: 1 и 5 — контроль (без промывки); 2 — норма промывки 400 м³/га; 3 — 600 м³/га; 4 — 8000 м³/га; а — площадки, на которых сделаны шурфы. II — содержание (1 (10-3 г, %) в 20 почвенных образцах до и после промывки: 1 — до промывки; 2 — промывная норма, 4000; 3 — 6000; 4 — 8000.

буется для одноразовой смены почвенного раствора. При этом тем больше, чем больше коэффициент конвективной диффузии, продолжительность промывки и степень опреснения почвы.

Важные особенности в отношении вымыва солей были выявлены в связи со значительной пестротой содержания легко-растворимых солей в почве (как по горизонтальному, так и вертикальному профилю). Исследования на солончаковых почвах (А. Т. Морозов и А. А. Кизилова) показали, что при промывке степень варьирования содержания в почве Cl и SO_4 увеличивается (рис. 51). При этом соли при промывке движутся вниз не фронтально, а струйчато, то есть «языками» и «карманами» и что чем сильнее идет рассоление почвы, тем сильнее может проявляться неоднородность в содержании солей.

3. Эффективность промывок в зависимости от почвенно-гидрогеологических и метеорологических факторов

Установлено, что эффективность промывки зависит от ряда факторов: почвенно-гидрогеологических, агротехнических, метеорологических.

Главными почвенно-гидрогеологическими факторами являются: глубина залегания и условия оттока грунтовых вод (степень дренированности почвогрунта); водно-физические свойства и характер сложения почвогрунта; состав солей и степень засоленности почвы.

Чем лучше дренирована почва и глубже залегание грунтовых вод перед промывкой и в процессе промывки, тем больше ее эффект. При высоком уровне залегания грунтовых вод и отсутствии дренажа рассоление почвы не происходит или же оно незначительно. Обусловлено это тем, что при высоком залегании грунтовых вод свободная емкость почвы для вмещения воды очень мала, а отток грунтовых вод крайне замедлен. Солеотдача в этих условиях очень затруднена, так как почвы в значительной мере насыщены капиллярно-подпертой влагой.

Ухудшение результатов промывки связано и с реставрацией засоления почвы в периоды между промывными поливами и после окончания промывки. Процесс же этот при неглубоком вымыве солей и медленном спаде поднятых промывкой грунтовых вод может быть выражен очень сильно.

Глубина залегания грунтовых вод до промывки, в процессе промывки и после промывки сильно зависит от степени дренированности земель. Чем больше дренированы (естественно или искусственно) земли, тем выше результаты рассоления почв при промывках.

Хорошо работающий дренаж позволяет резко повысить эффективность промывки в сравнении с бездренажными условиями (табл. 48).

Эффективность промывок в дренажных и бездренажных условиях

Эффективность промывок в дренажных и бездренажных условиях								
№ опыта	Место проведения опыта	Почвы-суглинки	Глубина залегания грунтовых вод перед промывкой, м	Норма промывки, м³/га	Хлор в слое 0—100 см, %		Глубина засоления до 0,02 % хлора, м	Вымыв хлора, кг/м² воды
					перед промывкой	после промывки		
Промывка без дренажа								
1	ЦОМС*	Средние	3,5	7500	0,225	0,014	1,4	5,2
2			2,6	9100	0,273	0,029	0,7	3,4
3		Тяжелые	2,5	5700	0,183	0,074	0,0	3,1
4	Чарджоу	"	2,0	3520	0,112	0,066	0,15	3,1
5	Федченко	"	1,65	10450	0,193	0,013	1,0	2,5
6	Бухара	"	1,4	6820	0,129	0,038	0,10	2,0
Промывка с дренажем								
1	ЦОМС	Средние	2,5	5000	0,248	0,010	2,2	14,2
2		Средние и тяжелые	2,4	3540	0,217	0,042	0,65	8,7
3		"	2,4	5960	0,217	0,006	2,0	9,0
4	"	"	2,4	8830	0,217	0,004	3,5	6,0
5	Федченко	Тяжелые	1,6	6250	0,261	0,030	0,7	6,1
6	"	"	1,6	8770	0,309	0,020	1,0	5,0

* Центральная опытная меллиоративная станция СоюзНИХИ в Голодной степи.

Как видно (табл. 48), в дренажных условиях при равных или меньших затратах промывной воды получают лучшие результаты как в отношении глубины, так и степени рассоления почвы.

При промывке в дренажных условиях минерализация верхнего слоя грунтовых вод после первого промывного полива обычно увеличивается. В дальнейшем, в связи с непрерывным оттоком грунтовых вод, она уменьшается. Конечная минерализация (после окончания промывки), как правило, значительно меньше исходной.

На вымыв солей значительно влияют водно-физические, фильтрационные свойства почвы, которые зависят от ее механического состава, агрегатного состояния, характера сложения.

Почвы тяжелосуглинистые и глинистые отмываются от солей большим объемом воды, трудней и медленней, чем почвы более легкого механического состава. По исследованиям П. С. Панина, причина этого кроется в том, что тяжелые почвы, отличаясь большой физико-химической (обменной) поглотительной способностью, удерживают соли большими внутренними силами, затрудняя их выщелачивание из почвы.

В почвах с малыми скоростями фильтрации (тяжелые глинистые почвы) водо- и солеотдача затруднены и потому, что в

них объем связанных форм воды (гигроскопической и пленочной) с находящимися в нем солями, весьма значителен. Набухание почвенных коллоидов, очень медленная фильтрация воды, встречные диффузионные токи солей также играют важную роль.

Характер сложения почвогрунта также имеет значение. Наличие подстилающих почву песчаных слоев облегчает промывку, глинистых слоев — затрудняет ее. Сильно замедляется вымыв солей при наличии в почвенном профиле гипсовых прослоек или же уплотненного подпахотного слоя («плужной подошвы»). Разрушение таких прослоек с помощью специальных рыхлителей намного облегчает рассоление почв при промывках.

Наиболее быстро и с меньшими затратами воды соли отмываются в раздельно-зернистых почвах и грунтах, преимущественно супесчаных, легко- и среднесуглинистых.

Малый эффект промывки при больших затратах на нее воды отмечается на почвах с большим количеством трещин, корневых ходов, ходов землероев из-за излишне большой порозности почвы и слишком большой скорости фильтрации воды.

Г. И. Меерсон исследовал зависимость выноса солей от агрегатного состояния почвы и ее влажности. Им установлено, что из сухой почвы («выцветы» солей на поверхности агрегатов) соли вымываются меньшим количеством воды, чем из почвы влажной, и происходит это тем легче, чем мельче почвенные агрегаты. Положительное влияние микроструктуры почвы на увеличение ее фильтрационной способности, а также увеличение вымыва солей из почвы было отмечено и Л. П. Розовым.

Интенсивность вымыва солей зависит также от состава солей, степени засоления почвы, насыщенности почвенного поглощающего комплекса натрием. Важные положения в этом отношении установлены трудами Л. П. Розова, О. А. Грабовской, П. С. Панина.

В процессе промывки с уменьшением содержания солей в почве эффективность промывного действия воды все более снижается. В связи с этим особенно трудным становится вымыв солей на заключительных фазах промывки, при небольшом содержании солей в почве (по хлору 0,035—0,015% и меньше). Наиболее интенсивно соли вымываются при первом промывном поливе, когда грунтовые воды залегают более глубоко и содержание солей в почве более значительно. При последующих промывных поливах вымыв солей все более ослабляется. Затрудняется он также с повышением степени насыщенности почвы поглощенным натрием и увеличением в солевом составе почвы содержания сульфатных солей.

Вымыв солей зависит и от состава их в почве. Гораздо быстрее почвы рассоляются при преобладании в них хлоридов, нежели при содержании в них главным образом сульфатных солей.

Значительно меньший вымыв сульфатов в сравнении с хлоридами определяется меньшей растворимостью и подвижностью сульфатов, особенно при низких температурах. Имеет значение и то, что в процессе промывки за счет обменной реакции Са из гипса на поглощенные почвой ионы Na и Mg может происходить образование новых количеств сульфатов натрия и магния.

Существенное значение для опреснения почвы могут иметь метеорологические (погодные) условия года — атмосферные осадки, уровень температур воздуха и размер испарения, интенсивность ветровой деятельности и др.

В орошаемых районах Средней Азии с почвами подверженными засолению количество выпадающих осадков различно. Годовое количество их колеблется от 80—100 мм (Хорезмская область, Каракалпакская АССР) до 250—350 мм (районы Голодной степи). От общего количества атмосферных осадков часть их расходуется на восполнение влаги в почве до полевой влагоемкости, на поверхностный сток и испарение. Остальное количество осадков профильтровывается вниз и участвует в выщелачивании солей из почвы (табл. 49).

Таблица 49

Влияние атмосферных осадков на вымыв солей из почвы

Горизонт почвы, см	Мелиоративная станция в Голодной степи			Федченковское опытное поле		
	хлор в почве, %		вымыв хло- ра, %	хлор в почве, %		Вымыв хло- ра, %
	5/XI (исходное содержание)	13/III*		25/XI (исходное содержание)	17/II**	
	Средний суглинок			Тяжелый суглинок		
0—10	0,289	0,027	90,8	0,041	0,016	61,0
0—50	0,102	0,084	17,7	0,038	0,022	42,2
0—100	0,065	0,054	16,9	0,037	0,023	37,8
	Средний суглинок			Тяжелый суглинок		
0—10	0,560	0,058	89,5	0,306	0,039	87,0
0—50	0,204	0,149	27,1	0,224	0,115	48,6
0—100	0,141	0,103	26,9	0,160	0,088	45,0
	Тяжелый суглинок			Тяжелый суглинок		
0—10	0,276	0,057	79,4	0,447	0,069	84,8
0—50	0,140	0,096	31,5	0,382	0,253	34,6
0—100	0,107	0,078	27,1	0,289	0,205	29,1

* С 5/XI по 13/III выпало 130 мм (1300 м³/га) осадков.

** С 25/XI по 17/II выпало 60 мм (600 м³/га). Оба участка в осенне-зимний и весенний периоды не поливались.

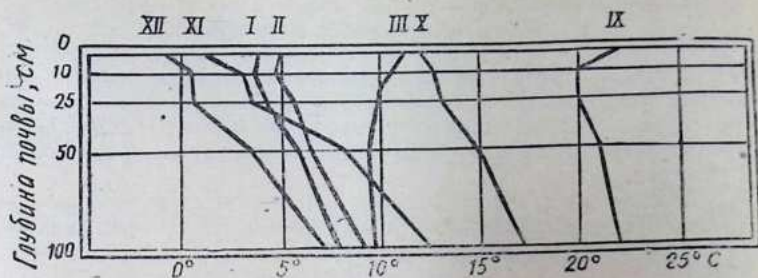


Рис. 52. Температуры почвы Голодноостепской опытной станции (средние за месяц)

Опресняющее действие атмосферных осадков и конденсационной влаги тем больше, чем выше исходная влажность почвы. Поэтому почвы увлажненные осенью до состояния предельной полевой влагоемкости опресняются последующими осадками и конденсационной влагой лучше, чем неувлажненные почвы.

По данным наблюдений в Голодной степи и в Ферганской области на Федченковском опытном поле (табл. 49) под воздействием атмосферных осадков произошло перераспределение хлора по вертикальному профилю почвы, причем почва во всех случаях (за исключением одного) была опреснена совершенно недостаточно. Содержание хлора к весне значительно превышало допустимую после промывок норму опреснения.

Эти и другие данные показывают, что атмосферные осадки в рассолении почвы имеют большей частью подчиненное значение. Они не дают нужного опреснения почвы (исключая слабо засоленные почвы при достаточном количестве дождей), однако способствуют снижению ее засоленности.

Рассоляюще на почву действует и конденсационная влага. В зимнее время круговорот влаги в почве под влиянием конденсации водяных паров объясняется разностью температуры нижних и верхних почвенных горизонтов. Разница температур может быть значительной (рис. 52). Благодаря этому в зимний период происходит перегонка водяного пара из нижних в верхние горизонты почвы. Охлаждаясь и сгущаясь (конденсируясь), водяной пар переходит здесь в жидкую влагу, образующую нисходящий рассоляющий ток. Наряду с этим почва может обогащаться конденсационной влагой и за счет водяных паров атмосферы. Однако количественные величины конденсационной влаги (внутрипочвенной и атмосферной) и ее опресняющий эффект на засоленных почвах еще недостаточно выяснены.

4. Агротехнические факторы эффективности промывки. Подготовка почвы к промывке

Важными агротехническими факторами, определяющими эффективность промывок, являются: подготовка почвы к промывке, сроки и способы промывки, нормы промывки. От правильного проведения этих мероприятий во многом зависят результаты промывки.

Высокого качества промывок можно добиться на хорошо выровненных, спланированных полях. Нельзя получить равномерное и достаточное опреснение почвы, если промываемое поле неровно, имеет отдельные повышения и понижения.

На орошаемых землях засоленные пятна — забугрения, крупные повышения и понижения, следует планировать до зяблевой пахоты, когда границы неровностей хорошо видны. После планировки рекомендуется внесение на места срезок повышенных норм фосфорных удобрений и навоза. Повторную легкую планировку для выравнивания микрорельефа проводят после зяблевой вспашки.

Промывку можно проводить в различные сроки, при различном сочетании ее с основной обработкой почвы. Так, на площадях с посевами хлопчатника возможна промывка в раннеосенние сроки по растущей культуре, в осенние сроки после уборки гуза-пай и чизелевания почвы (до зяблевой или ранневесенней вспашки), промывка после глубокой зяблевой вспашки и др.

Эффективность различного сочетания промывки с основной обработкой почвы сильно зависит от срока промывки (табл. 50).

При промывке в осенние или раннезимние сроки (октябрь-декабрь), т. е. при значительном периоде времени до посева для спада поднятых промывкой грунтовых вод, урожай после промывки по зяби не отличаются существенно от урожаев при промывке до основной обработки почвы.

По большинству опытов промывка после зяблевой вспашки (не позже декабря), в сравнении с промывкой после гузокорчевания или же рыхления почвы чизелем имеет некоторое преимущество как по вымыву солей, так и по урожаю. Прибавки урожая тем меньше и, следовательно, снижение эффекта промывок по фону зяблевой вспашки тем больше, чем выше залежание грунтовых вод при промывке, чем тяжелее по механическому составу почва, больше исходное ее засоление и больше норма промывки.

В практике в большинстве случаев лучшие результаты дает промывка в ноябре-декабре по предварительно спланированной и вспаханной на зябь почве. При наличии сильноуплотненных подпахотных горизонтов почвы (гипсовых, глинистых и других) обязательно предварительное их разрушение глубокорыхлителем ГР-2,7 (на тяге трактора С-100).

Урожай хлопка-сырца при промывке и различных способах обработки по г/вы

№ опыта	Место проведения опыта	Вариант	Норма промывки, м ² /га	Урожай хлопка, ц/га	
				общий	доморозный
Сочетание вспашки с ранней промывкой (до января)					
1.	Федченковская станция	Промывка (XII) + п/п* чизелевание (8—10 см)	1800	39,6	37,6
		Зябь + промывка (XII) + п/п чизелевание (8—10 см)	1800	41,7	37,5
2.	Хорезмская станция	Промывка (30.IX) + зябь (XI) + п/п перелашка	1504	37,0	21,4
		Зябь (XI) + промывка (29.XI) + п/п перелашка	1580	38,1	23,4
3.	Бухарская станция	Промывка (17.XII) + вспашка (6.II) + п/п чизелевание	3000	51,7	43,7
		Зябь (29.XI) + промывка (17.XII) + п/п чизелевание	3000	54,0	44,6
Сочетание вспашки с ранней и поздней промывкой					
4.	ЦОМС** СоюзНИИХИ в Голодной степи	Промывка (13.XI) + зябь (23.XII) + п/п чизелевание	3000	37,9	17,9
		Зябь (23.XII) + промывка (21.I) + п/п чизелевание	3000	30,2	13,0
5.	Пахтааральское опытное поле	Промывка (1.XI) + зябь (2.I) + п/п боронование	2500	45,2***	36,3
		Зябь (2.I) + промывка (20.II) + п/п чизелевание	2500	43,0***	37,2
6.	Чарджоуское опытное поле	Промывка (13.XI) + зябь (22.XII) + п/п чизелевание	2000	33,3	26,1
		Зябь (22.XII) + промывка (26.II) + п/п чизелевание	2000	22,4	18,0

* п/п — предпосевное (предпосевная)

** Центральная опытно-мелиоративная станция

*** Общий урожай без курачного хлопка-сырца

При промывке в поздние сроки (февраль, март) эффект от зяблевой вспашки во многом утрачивается и урожай хлопка получаются обычно меньшими (на 2—5 ц/га и больше), чем при промывке до вспашки (зяблевой, или даже весенней), но в более ранний доморозный период.

Такие результаты подтверждают и данные производственного опыта, проведенного в низовьях р. Амударьи (Хорезмская область, КК АССР). Здесь из-за раннего наступления сильных морозов и большого промерзания почвы, промывки на большой площади проводят в весенний период, при замене зяблевой вспашки весенней, проводимой после промывки. Объясняется это тем, что при поздней промывке, в условиях высокого уровня залегания грунтовых вод, вспаханная на зябь почва сильно уплотняется при промывке, при этом сильно ухудшается и качество предпосевной обработки почвы. Особенно это заметно на значительно засоленных тяжелых почвах, требующих больших норм промывки.

Преимущество за промывками, проводимыми по фону зяблевой вспашки, остается для земель с относительно глубоким залеганием грунтовых вод, для почв с более легким механическим составом или менее засоленными.

5. Сроки и способы промывок

В хлопкосеющих районах Узбекистана промывные поливы, в условиях недостаточной дренированности земель, проводятся обычно в поздние зимние и весенние сроки. Основные площади в большинстве областей (за исключением Сырдарьинской) промываются в феврале и марте, а по Хорезму и Каракалпакии — в марте, апреле, на части площади и в мае, при значительно более высоком, в сравнении с осенью, уровне залегания грунтовых вод.

Для большинства районов весенние промывки мало эффективны. В условиях недостаточной дренированности земель и высокого залегания грунтовых вод (весной в большинстве случаев 1,2—2,0 м) вымыв солей происходит на небольшую глубину. До посева остается мало времени для оттока и спада поднятых промывкой грунтовых вод. В связи с этим вскоре начинается заметная реставрация засоления верхних горизонтов почвы. На многих землях не обеспечивается своевременное просыхание почвы к предпосевной обработке и посеву. Качество обработки почвы значительно ухудшается. В результате всходы растений получают изреженными, они плохо растут, запаздывают в развитии, дают сниженный урожай.

Таким образом по мере запаздывания и перенесения промывок на весну эффективность их все более снижается (табл. 51).

При промывке в осенне- и раннезимнее время (до января) урожай хлопка против поздних сроков промывки могут быть

Урожай хлопка в зависимости от сроков промывки, ц/га

Место проведения опыта	Время промывки (месяц)				
	XI	XII	I	II	III
Федченковское опытное поле	—	37,7	39,3	—	33,3
Пахтааральское опытное поле	31,2	—	26,0	25,8	—
Центральная мелноративная станция в Голодной степи	43,1	—	—	40,6	—
Чарджоуское опытное поле	37,3	—	31,5	—	—
Хорезмская опытная станция	—	—	—	18,0	15,2
Ташаузское опытное поле	31,2	—	—	22,6	—
	22,9	24,3	—	—	21,4
	—	—	29,8	27,7	22,5

повышены на 2,5—8,0 ц/га. В тех случаях, когда промывка проводится в два срока (осенью и весной) лучшие результаты достигаются при даче большей части нормы промывки осенью и меньшей весной.

По всем опытным данным промывки лучше всего проводить в период наиболее глубокого залегания грунтовых вод и небольшого испарения влаги из почвы — в осенний и раннезимний периоды (ноябрь-декабрь), до наступления сильных морозов. Наилучшие сроки промывок: в Хорезмской области и Каракалпакской АССР по 1—10 декабря и дополнительно с конца февраля по 1—10 апреля; в районах Голодной степи и Ферганской долины по 25—31 декабря; в Бухарской, Сурхандарьинской и Кашкадарьинской областях (на части площади) по 15—20 января.

В. А. Ковда указывал, что в Ферганской долине, являющейся по преимуществу областью сульфатно-натриевого засоления, промывки и профилактические поливы желательно проводить по возможности до наступления низких температур. Иначе сернокислый натрий при температуре почвы ниже 10° будет выпадать из раствора в осадок в форме мирабилита ($\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$), не вымываясь нисходящими токами, ухудшая водопроницаемость почвы и снижая эффективность промывок.

Зимой земли можно промывать лишь при теплой погоде. Если же наступают морозы и почва промерзает, а на ирригационных каналах и сооружениях намерзает лед, то промывки невозможны.

При недостаточной дренированности земель весенние промывки малоэффективны, так как при высоком залегании грунтовых вод весной почвы рассоляются недостаточно.

Весенние промывки на значительной площади могут быть оправданы лишь в районах Хорезма и Каракалпакской АССР, где осенние и раннезимние промывки ограничены краткостью

осеннего безморозного периода, а также особенностями режима источника орошения (р. Амударья) и затрудненными условиями водозабора из него.

Проведение промывок в лучшие осенние и раннезимние сроки, по вспаханной на зябь почве, имеет большое значение для всех районов, в том числе районов Хорезма и Каракалпакки, где промывки ведутся в основном весной по не вспаханной (мелкообработанной, на глубину до 16—18 см) почве (табл. 52).

Таблица 52

Вымыв хлор-нона и урожай хлопка-сырца при различной обработке почвы и сроках промывки
(Каракалпакская АССР, данные Х. Давлетмуратова)

Способ обработки почвы	Вымыв хлора в процентах от исходного содержания				Урожай хлопка-сырца, ц/га			
	1957—1958		1958—1959		1958 г.		1959 г.	
	осенняя промывка	весенняя промывка	осенняя промывка	весенняя промывка	осенняя промывка	весенняя промывка	осенняя промывка	весенняя промывка
1. Зяблевая отвальная вспашка (28—30 см) + п/п* чизелевание (10—15 см)**	62,8	43,4	60,0	53,1	31,8	24,2	28,6	26,4
2. Осеннее чизелевание (16—18 см) + п/п вспашка (20—22 см)	43,3	19,4	33,9	32,0	30,4	21,0	26,3	24,6
3. Осеннее чизелевание (8—10 см) + п/п вспашка (20—22 см)	34,5	5,6	32,1	20,4	30,6	20,0	24,9	24,5

* п/п — предпосевное (предпосевная).

** По всем вариантам опыта (1, 2, 3) общая норма промывки одинаковая (около 3000 м³/га). Осенняя промывка проводилась после обработки почвы, весенняя — до предпосевной вспашки.

Как видно, при осенних промывках по фону зяблевой вспашки, в сравнении с весенними промывками по мелкообработанной почве, вымыв наиболее вредного иона солей — хлора — может быть увеличен в два-три раза и более, а урожай хлопка-сырца повышены на 4—10 ц/га. Аналогичные данные имеются по Хорезмской опытной станции СоюзНИХИ.

В связи с невыполнением многими районами плана промывок в лучшие осенние сроки и перенесением значительной площади промывок на весну проверялась возможность проведения осенней промывки в октябре по растущему хлопчатнику, с последующей вспашкой полей на зябь. Опыты показали целесооб-

разность такой промывки в основном на слабозасоленных землях, требующих одного промывного полива. Однако она возможна лишь на полях не выделенных под машинную уборку урожая, либо же промывка должна проводиться после машинного сбора хлопка и подбора опавшего сырца.

Сроки промывки — после первых сборов хлопка, с 20—25 сентября по 20 октября — 1 ноября. Норма промывки — от 1800 до 2500 м³/га (при слабом исходном засолении почвы). Техника промывки — по старым бороздам, без сброса воды с промываемых участков, с использованием в качестве ограждающих валиков существующей сети укрепляемых ок-арыков и временных оросителей.

Осенние и раннезимние промывки (в ноябре-декабре), а тем более раннеосенние (в октябре) рекомендованы однако не для всех районов. В южных районах (Кашкадарьинская, Сурхандарьинская, Бухарская области Узбекистана), где выпадает мало атмосферных осадков и отмечаются частые ветры, ноябрьские и декабрьские промывки менее эффективны, чем более поздние (за 15—30 дней до посева). При ранних промывках здесь неизбежна значительная потеря влаги к весне, повторное засоление почвы, изреженность всходов, заметное снижение урожая. При учете этого в указанных районах на большей части площади промывки следует проводить в феврале — марте (при разных сроках их окончания). Это относится также к Кокандской группе районов Ферганской области, отличающихся малым количеством атмосферных осадков (98 мм за год), сильными ветрами и почвами легкого механического состава.

Большое значение имеют способ и техника проведения промывных поливов. В зависимости от условий (агрофизических свойств и степени засоленности почвы, величины уклона полей) могут применяться способы промывки: затоплением чеков (мелких делянок или больших участков) без сброса воды, перепуском воды из чека в чек, с частичным сбросом воды; по бороздам, по полосам.

Основным наиболее распространенным способом является промывка почвы затоплением мелких чеков. При этом способе промывки вспаханное и спланированное поле разделяют валиками и временными оросителями на делянки (чеки). Воду на делянки подают из временных оросителей (рис. 53). Промывка ведется затоплением чеков, без сброса и перепуска воды с делянки на делянку. Каждая делянка должна быстро затапливаться водой, при этом разница в толщине слоя воды верхней и нижней частей делянки не должна превышать 5—7 см.

При устройстве валиков и временных оросителей используют палоделатели УКП или КПУ-2000А (рис. 54). Стыки продольных и поперечных валиков можно заделывать механизированным способом (палоделателем-заравнивателем ПР-0,5). Временные оросители следует устраивать палоделателем за два

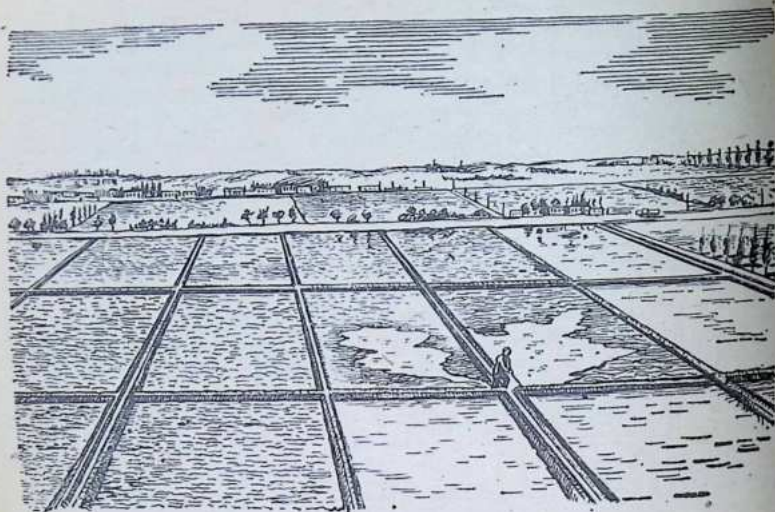


Рис. 53. Промывка спланированного поля затоплением делянок

параллельных прохода. Валики таких оросителей хорошо возвышаются над поверхностью поля и обеспечивают на промываемых делянках нужный слой воды (рис. 55).

Размер промываемых делянок может быть разным. Чем лучше выровнена поверхность поля, чем меньше уклон и водопроницаемость почвы, тем больше может быть площадь делянки. На участках с легкими, хорошо водопроницаемыми почвами и выраженным уклоном размер каждой делянки 0,05—0,08 га, на хорошо спланированных участках, с тяжелыми почвами, при малых уклонах — до 0,20—0,25 га. Для средних условий размер делянок в большинстве случаев 0,10—0,15 га.

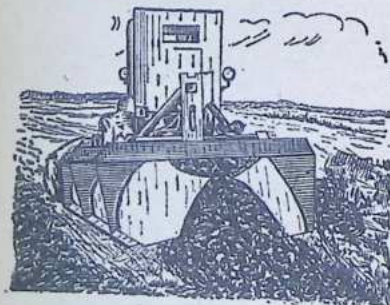


Рис. 54. Канавопалоделатель КПУ-2000Д

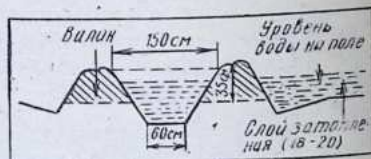


Рис. 55. Временный ороситель (ок-арык), устроенный палоделателем за два параллельных прохода

Слой воды при затоплении делянок (чеков) — 15—20 см. В зависимости от степени засоленности почвы промывка ведется однократно или в несколько тактов.

Существенное значение имеет определенный порядок (очередность) проведения промывки на большом поле.

Исследованиями В. С. Малыгина, А. И. Калашникова установлено, что скорость фильтрации промывной воды и рассоление почвы по ширине большого междуренья (200—400 м) неравномерно: оно меньше в центральной части междуренья и больше на полосах, примыкающих к дренам. При учете этого промывку следует начинать с центральных полос междуренья, перемещая ее затем постепенно к боковым дренам. При этом на каждой промываемой полосе промывку нужно начинать с верхних чеков, продолжать на средних и заканчивать на нижних чеках, примыкающих к групповой дрене (рис. 56). В определенной мере должна дифференцироваться и норма промывки: на полосах, примыкающих к боковым дренам, она должна быть меньше, а на центральной части междуренья — больше.

При соблюдении таких условий промывки отток солевых растворов к дренам и рассоление поля, особенно центральной его части, будут значительно усилены, так как на пути движения промывных вод к дренам грунтовые воды будут залегать глубже, нежели при промывке от боковых дрена к центральной части поля и от нижних чеков к верхним.

При проведении на поле нескольких промывных поливов качество промывки будет выше, если перед последним промывным поливом сбросить внутрь чеков верхний слой земли вали-



Рис. 56. Очередность промывки (1, 2, 3, 4, 5) и направление оттока солей к дренам и коллектору

ков (8—10 см), с накопленными в нем солями, а затем уже провести завершающий промывной полив.

Промывки почвы затоплением мелких чеков, хотя и требуют повышенных затрат труда на подготовку и проведение промывки, но обеспечивают высокое ее качество в отношении равномерности рассоления поля, глубины и степени опреснения почвы.

Наряду с промывками затоплением мелких чеков на части площади могут применяться промывки затоплением и крупных чеков (участков). При этом отдельные участки, каждый в 3—5 га, огораживают валами при помощи бульдозеров, высотой до 1 м («дамбовая» промывка). Затопление проводится большим расходом воды, при слое наполнения до 60—80 см. Такая промывка значительно сокращает затраты труда на нее, однако на орошаемых землях, где сохраняется опасность подъема грунтовых вод, она может допускаться лишь на сильнозасоленных участках с малыми уклонами (не более 0,001—0,0015), при однократном затоплении почвы в условиях хорошо действующего дренажа.

Несмотря на широкое использование способа промывки землей затоплением, он имеет свои недостатки. Вспаханная пахлябь почва при такой промывке сильно уплотняется, что заметно ухудшает качество ее предпосевной обработки. Тем не менее, при повышенном засолении почвы этот способ промывки остается наиболее эффективным. Однако слабозасоленные почвы после вспашки на зябь лучше промывать не затоплением, а по бороздам (табл. 53).

Целесообразность разных способов промывки в определенных условиях подтверждают данные и других опытов. Так,

Таблица 53

Урожай хлопка в зависимости от способа промывки
(Ферганская область, данные А. З. Мингалиевой)

Способ промывки	Урожай при засолении почвы, ц/га					
	повышенном			слабом		
	1-й опыт	2-й опыт	3-й опыт	1-й опыт	2-й опыт	3-й опыт
По растущему хлопчатнику (по сохранившимся бороздам)	8,1	21,7	31,8	40,5	38,0	39,9
По бороздам, нарезанным после зяблевой вспашки	13,2	26,2	33,1	46,7	42,0	44,6
Затопление после зяблевой вспашки	15,7	31,7	45,4	41,0	37,0	39,8

в Киргизии на землях с выраженным уклоном хорошие результаты по рассолению почв, при меньшей в сравнении с затоплением затрате труда, были получены при промывке напуском, по узким полосам (С. Н. Золотарев и Л. И. Дашевский); в Вахшской долине при промывке по бороздам (Н. С. Паришкура). В Ширванской степи на тяжелоглинистых солончаковых почвах лучшим оказался способ промывки по бороздам (А. К. Ахундов).

Иногда на сильнозасоленных участках, трудно поддающихся опреснению, положительный эффект при обязательном условии хорошо работающего дренажа, дает промывка почвы в летний период при однолетнем возделывании риса, с подачей воды на орошение перепуском ее из чека в чек.

При осенне-зимних промывных поливах (без культуры риса) такой способ подачи воды на промывку однако не может рекомендоваться, так как повышенные места поля при этом не затопливаются и не рассоляются, недопромывается и нижняя часть поля. Промывка в целом получается весьма неравномерная, низкого качества.

6. Нормы промывок

Большое значение имеет знание эффективных норм промывок. При достаточной дренированности земель с повышением норм промывки усиливается рассоление почвы. В бездренажных условиях нормы промывок имеют однако свои рациональные пределы. В таких условиях, при близком залегании грунтовых вод и плохом оттоке, промывки излишне большой нормой, особенно в поздние сроки и на большой площади, вызывают большой подъем грунтовых вод, приводят к задержке и ухудшению качества предпосевной обработки почвы и посева культур, к снижению их урожая. Расчет и правильное назначение норм промывок имеет поэтому большое практическое значение.

Норма промывки для достижения той или иной степени и глубины рассоления почвы зависит в основном от исходной степени и типа засоления ее, механического состава и фильтрационных ее свойств, глубины залегания грунтовых вод, условий их оттока (степени дренированности почвогрунта, естественной и искусственной). Чем больше почва содержит солей и выше их сульфатность (меньше хлоридность), чем хуже ее фильтрационные свойства, выше залегают грунтовые воды и труднее условия их оттока, тем больше времени и воды требуется на вымыв одного и того же количества солей, т. е. тем выше норма промывки.

Норма промывки уменьшается с увеличением глубины залегания грунтовых вод и повышением дренированности почво-

грунта, с улучшением водно-физических свойств почвы и уменьшением степени ее засоленности.

Для расчета норм промывок засоленных земель предложено много формул: А. Н. Костякова, Л. П. Розова, А. А. Черкасова, И. С. Рабочева, В. М. Легостаева и других авторов. Большинство этих формул однотипны. По этим формулам общая норма промывки (при наличии дренажа) складывается из двух величин: а) количества воды для растворения солей; б) количества воды для вытеснения солевого раствора из почвы.

Первая величина принимается равной полевой влагоемкости расчетного слоя почвы. Для этого восполняется разница между запасом влаги, соответствующим полевой влагоемкости почвы и запасом влаги в ней перед промывкой. Вторая величина определяется либо по кратности объема воды к полевой влагоемкости почвы (у Л. П. Розова этот коэффициент кратности n в пределах 0,5—1,5), либо по коэффициенту промывного действия воды, значение которого устанавливается из сопоставления объема затраченной на вытеснение солей воды с количеством вымытых этой водой солей (В. М. Стец, В. М. Легостаев, И. С. Рабочев).

В общем виде формула нормы промывки дана проф. Л. П. Розовым (1936) следующим выражением:

$$M = P - m + nP$$

где M — норма промывки;

P — объем воды, соответствующий полевой влагоемкости почвы (норма растворения солей);

m — запас воды в почве перед промывкой;

nP — норма воды для вытеснения солей;

n — числовой коэффициент (0,5—1,5).

В. Р. Волобуевым (1959) установлена общая зависимость нормы промывки от исходной степени засоления и солевого состава почвы, позволяющая рассчитывать норму промывки по формуле:

$$N = 10000 \cdot \lg \left(\frac{S_1}{S_0} \right)^{\alpha},$$

где N — норма промывки, м³/га;

S_1 — содержание солей в промываемой почве в любых единицах измерения;

S_0 — допустимое содержание солей в тех же единицах, что и S_1 ;

α — величина, обратная коэффициенту солеотдачи.

В зависимости от типа засоления и механического состава почвы значения α могут находиться в пределах 0,62—1,78 и больше.

В соответствии с этим, при исходном засолении почвы от 0,2—0,5 до 3,0—4,0‰, нормы промывки изменяются в пределах от 800—4900 до 14400—15900 м³/га и больше.

Сходной с формулой В. Р. Волобуева является формула расчета нормы промывки, предложенная П. С. Паниным (1968):

$$N = PK \cdot 2,3 \lg \frac{S_1}{S_0},$$

где P — полевая влагоемкость расчетного слоя почвы, $m^3/га$;
 K — коэффициент зависимости солеотдачи от химического состава солей;

S_1 — исходное засоление почвы, $т/га$;

S_0 — допустимое засоление почвы, $т/га$.

Более сложным является расчет нормы промывки по формуле акад. С. Ф. Аверьянова (1971):

$$N = 10000 (2A \sqrt{D^* t} + h) m,$$

где A — коэффициент, зависящий от требуемой степени опреснения почвогрунта (определяется при учете допустимого содержания солей на глубине h , %, исходного содержания солей в слое h , %, а также минерализации промывной воды, %);

D^* — коэффициент конвективной «фильтрационной» диффузии, $m^2/сут.$;

t — продолжительность промывок, $сут.$;

h — расчетная глубина опреснения, m ;

m — пористость почвогрунта, в долях от объема.

Следует отметить, что большинство формул расчета норм промывок имеет в виду некие «средние» условия в отношении очень важных факторов, определяющих эффективность промывок — условий глубины залегания и оттока грунтовых вод, в частности интенсивности действия искусственного дренажа. Поэтому для обоснованного назначения рациональных норм промывок необходимо количественные значения коэффициентов промывного действия воды для разных почвенно-мелиоративных и дренажных условий устанавливать опытным путем.

Целесообразно при этом указанные коэффициенты определять не по сумме солей (плотный остаток) или сумме вредных солей, а по наиболее токсичному для растений иону солей — хлору. Расчет по сумме солей или сумме вредных солей затруднителен, так как в разных районах, при одинаковом общем солесодержании, соотношение токсичных и нетоксичных воднорастворимых солей весьма различно и, следовательно, различны и показатели допустимого солесодержания в почве после промывки. Показатели же требующегося рассоления почвы по хлор-иону для большинства районов одинаковы (0,01%). Важно и то, что для различных производственных участков лабораторные анализы на исходное (до промывки) и допустимое (после промывки) содержание хлор-иона в почве, в сравнении с анализами на общее солесодержание (плотный остаток) или

сумму токсичных солей (что еще сложнее), можно делать несравненно быстрее.

Результаты промывки следует оценивать по достигнутой глубине и степени рассоления почвы и грунтовых вод. При этом коэффициент промывного действия воды (К) по хлору на определенный расчетный слой почвы выявится из соотношения:

$$K = \frac{S}{M_b},$$

где К — количество хлора (в кг/га), вымываемого 1 м³ воды из расчетного слоя почвы, при увлажнении ее сверх-полевой влагоемкости;

S — количество вымытого из расчетного слоя почвы хлора, кг/га;

M_b — норма воды для вытеснения хлора из того же слоя, м³/га.

При учете сказанного для использования в производственных условиях формулу расчета норм промывок в дренажных условиях можно дать в следующем виде (А. Е. Нерозин):

$$M = (P - m) + \frac{S}{K} - A + n,$$

где М — норма промывки, м³/га;

P — полевая влагоемкость расчетного слоя почвы (норма воды для растворения солей), м³/га;

m — содержание влаги в том же слое почвы перед промывкой, м³/га;

$\frac{S}{K}$ — норма воды для вытеснения солей, м³/га;

S — количество хлора, подлежащего вымыву из расчетного слоя почвы, кг/га;

K — коэффициент промывного действия воды (по хлору), кг/м³ воды;

A — осадки, поступающие в почву за период от начала промывки до посева, м³/га;

n — потери воды на испарение за тот же период, м³/га.

Количество солей (хлора), которое требуется вымыть из почвы, определяется следующим расчетом:

$$S = 100 \cdot h \cdot \alpha (z - z_1) \cdot 1000,$$

где S — количество солей (хлора), подлежащее вымыву, кг/га;

h — расчетный слой почвы, м;

α — объемный вес почвы, г/см³ (т/м³);

z, z₁ — исходное (до промывки) и допустимое (после промывки, к посеву) содержание хлора в почве, в процентах к весу;

1000 — множитель для перевода тонн в килограммы.

Разработка данных полевых опытов СоюзНИХИ по промывкам (с учетом поступления в почву атмосферных осадков и рас-

хода воды на восполнение дефицита влаги в почве до полевой влагоемкости) позволила определить значения коэффициента промывного действия воды (К) для разных условий. Для средних и тяжелых по механическому составу почв (хлоридно-сульфатного засоления), при различной глубине залегания грунтовых вод, в условиях сравнительно слабого оттока грунтовых вод за счет искусственного дренажа определились следующие средние величины коэффициентов К (табл. 54 и рис. 57).

Таблица 54

Коэффициенты промывного действия воды (при опреснении метрового слоя почвы по хлору до 0,02 %, верхних ее горизонтов до 0,01 %)

Хлора до промывки в слое 0—100 см, %	Среднее содержание хлора, %	Коэффициенты вымыва хлора (кг/м³ воды) при глубине залегания грунтовых вод до промывки, м		
		1,5	2,5	3,5
Средние по механическому составу почвы				
0,04—0,1	0,07	1,3	2,1	3,8
0,1—0,2	0,15	2,2	3,3	5,0
0,2—0,3	0,25	2,9	4,0	5,8
Тяжелые по механическому составу почвы				
0,04—0,1	0,07	1,0	1,5	2,9
0,1—0,2	0,15	1,8	2,6	4,0
0,2—0,3	0,25	2,4	3,3	4,7

Приведенные значения коэффициентов К могут быть использованы для приближенного расчета требующихся норм промывок.

Для бездренажных условий расчет норм промывки иной. Здесь промывки могут вызывать значительный подъем грунтовых вод. Нормы промывки поэтому должны быть не больше тех величин, при которых весной устанавливается уровень грунтовых вод, позволяющий своевременно проводить доброкачественную предпосевную обработку почвы и посевы культур. Весной (в конце марта — начале апреля) такой уровень соответствует следующим примерным величинам: для тяжелых плотных почв — 1—1,1 м; для рыхлых лёссовидных суглинков с большой водоподъемной способностью — 1,4—1,5 м; для супесей и легкосуглинистых почв — 1,2—1,3 м.

Исходя из требования, что при отсутствии дренажа подъем грунтовых вод после промывки не должен превышать предельного расчетного уровня, И. Ф. Музычуком (1940) была предложена для таких условий следующая формула расчета норм промывок:

$$M = P - m + \frac{H - h}{r} \cdot 10000,$$

где М — норма промывки, м³/га;

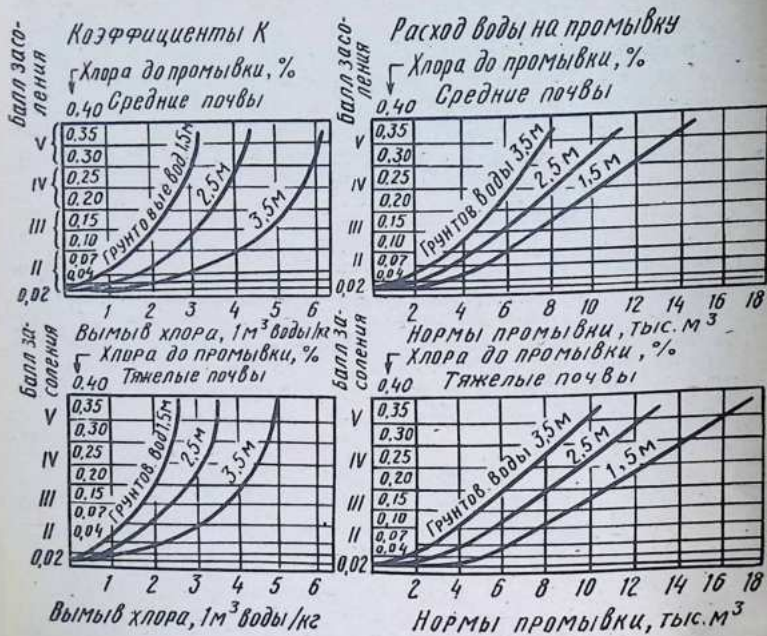


Рис. 57. Коэффициенты промывного действия воды (коэффициенты К) и затраты воды на вытеснение солей при слабом действии искусственного дренажа (А. Е. Нерозин, 1948)

П — полевая влагоемкость промываемого слоя почвы, м³/га;
 m — запас воды перед промывкой в том же слое, м³/га;
 Н — глубина залегания грунтовых вод перед промывкой, м;

h — то же после промывки, м;
 г — отношение высоты поднятия уровня грунтовых вод к уровню
 грунтовых вод на эту высоту;

$\frac{H-h}{g}$ — слой воды, вызывающий допустимый подъем уровня грунтовых вод, м;

$\frac{H-h}{g} \cdot 10000$ — норма выгеснения солей, м³/га.

Величина g для условий Мургабского оазиса, где велись исследования, находится в пределах 6,5—7 для легких почв, 7—8 — для средних и 8—10 — для тяжелых.

При промывках в бездренажных условиях важно учитывать влияние на подъем грунтовых вод не только самой промывки,

но и потерь воды из оросительной сети, а также атмосферных осадков в послепромывной период. Необходимо также не допустить поднятия грунтовых вод на смежной, используемой под посевы площади. Отмеченные выше требования и факторы позволяют утверждать, что эффект от промывки в бездренажных условиях весьма ограничен. По многим данным в этих условиях нормы промывок для разных по механическому составу почв (с учетом количества выпадающих осадков) не должны быть больше следующих величин (табл. 55).

Таблица 55

Предельные допустимые нормы промывки в бездренажных условиях

Глубина грунтовых вод перед промывкой, м	Предельные нормы осенней промывки, м ³ /га	Предельная исходная степень засоленности почвы по хлору (1—100 см), ‰
1,5	700—1300	—
2,0	1800—2000	0,025
2,5	2500—3000	0,03—0,05
3,0	3500—4000	0,05—0,11
3,5	4300—5200	0,11—0,20

* Первые цифры относятся к тяжелым, вторые — к средним по механическому составу почвам.

Как видно, на орошаемых землях со средне- и сильнозасоленными почвами для удовлетворительного, а тем более для глубокого и прочного их рассоления промывкой важно добиваться снижения уровня залегания грунтовых вод и особенно устройства на полях дренажа.

Для хозяйств, занимающихся промывками орошаемых земель на большой площади, можно рекомендовать следующие нормы в дренажных и бездренажных условиях (табл. 56). При наличии дренажа для более глубокого рассоления почв (более 1 м) желательно, особенно на тяжелых почвах, увеличить нормы промывки сверх указанных в табл. 55 величин (3000—8000 м³/га). Однако возможность этого (при большой площади промываемых земель) обычно ограничивается ресурсами оросительной воды, а также недостаточной развитостью и сравнительно малой интенсивностью действия существующей коллекторно-дренажной сети. По тем же причинам трудно осуществить коренную мелиорацию сильнозасоленных почв единовременными большими нормами (до 30 тыс. м³/га и больше), «форсированными» промывками.

При ведении промывных поливов важно соблюдать назначенные нормы промывки. Норму каждого промывного полива можно контролировать по среднему слою воды, созданному при затоплении делянки (чека). При слое воды в 1 см объем воды на 1 га равен 100 м³. Если слой воды 18 см, то норма промыв-

Нормы промывки засоленных орошаемых земель

Степень засоления почвы	Хлора в слое 0—100 см, %	Глубина залегания грунтовых вод, м			
		2,5—3,5 (промывки без дренажа)		1,5—2,5 (промывки с дренажем) *	
		число поливов	общая норма промывки, м³/га	число поливов	общая норма промывки, м³/га
<i>Легкие и средние почвы</i>					
Слабая	0,02—0,05	1	1800—2200	2	3000—4000**
Средняя	0,05—0,10	1—2	2200—3000	2—3	4000—5000
Сильная	0,10—0,15	2	2500—4000	3	5000—6500
<i>Тяжелые почвы</i>					
Слабая	0,02—0,05	1—2	2000—2500	2—3	4000—5000
Средняя	0,05—0,10	2	2500—3500	3	5000—6500
Сильная	0,10—0,15	2—3	3000—5000	3—4	6500—8000

* Глубокий (2—3 м) горизонтальный дренаж с междренными расстояниями 150—250 м на тяжелых, 250—350 м на средних и 350—500 м на легких почвах.

** При применении дренажа меньшие нормы даются при более глубоком залегании грунтовых вод, в бездренажных условиях наоборот.

ки 1800 м³/га, при слое 20 см — 2000 м³/га. При этом вносится поправка на впитывание воды за время затопления делянки: при первом поливе и относительно высокой водопроницаемости почвы добавляется объем воды, соответствующий слою 2—3 см, при втором — 1—2, при третьем — 1—0 см.

7. Промывка и освоение засоленных пятен

Пятнистое засоление почв на орошаемых землях встречается во многих районах (в Голодной степи, Ферганской, Бухарской, Чарджоуской областях и др.). В хозяйствах с плохим мелиоративным состоянием земель на отдельных участках площадь засоленных пятен доходит иногда до 20—25% общей площади посева.

Непринятие мер по ликвидации пятен приводит к усилению их засоления. Засоление при этом может быстро прогрессировать (табл. 57).

Степень засоления пятен различна — от слабой до очень сильной. Отмечается обычно сочетание средне-, сильно- или очень сильно засоленных пятен с общим фоном практически незасоленной или слабозасоленной почвы. На значительно засоленных пятнах (хлор-иона в почве от 0,15 до 0,20—0,30%) урожай хлопка-сырца мизерны, либо сводятся к нулю (пятна-вы-

**Увеличение содержания хлора в почве на засоленном пятае
(Чарджоуское опытное поле)**

Горизонт почвы, см	Хлора в почве, %			В процентах к первому году
	первый год	второй год	третий год	
0—20	0,159	0,201	0,324	204,0
20—40	0,101	0,201	0,237	288,0
40—60	0,080	0,080	0,137	154,0
80—100	0,085	0,080	0,080	94,2
0—100	0,093	0,125	0,176	189,2

пады). При этом на площадь пятен непроизводительно затрачиваются труд и средства производства при проведении междурядных обработок почвы, вегетационных подкормок, поливов и др.

По рельефу различаются: пятна — забугрения, пятна — блюдца и пятна — ровные места. Большей частью распространены пятна забугрения.

Пятна ровные и пятна понижения (блюдца) встречаются обычно на тяжелых, плотных по сложению почвах. Они чаще лишены растительности или же имеют угнетенную солончаковую растительность. На этих пятнах нередко сильно засолена вся метровая толща почвы.

Пятна забугрения распространены главным образом на легких и средних по механическому составу, рыхлых по сложению почвах. Покрывают они обычно солончаковой растительностью и приурочены к повышениям рельефа, плохо или совсем не заливающихся водой. Значительная часть солей на таких пятнах поднята в поверхностные горизонты почвы (рис. 58). На пятнах забугрения собственно засоленное пятно занимает значительно больше места, чем видимая его часть.

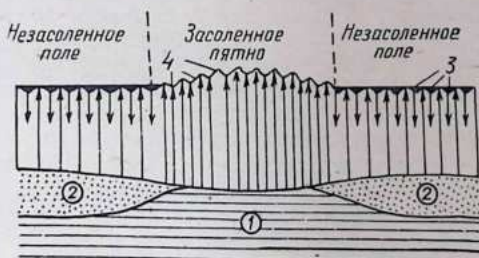


Рис. 58. Схема образования засоленного пятна на орошаемом поле
(по А. Г. Владимирову):

- 1 — соленые собственно грунтовые воды; 2 — несолёные ирригационно-грунтовые воды;
3 — борозды, заполненные водой при поливе; 4 — борозды, остающиеся сухими при поливе.
Стрелками показано направление движения воды в зоне аэрации

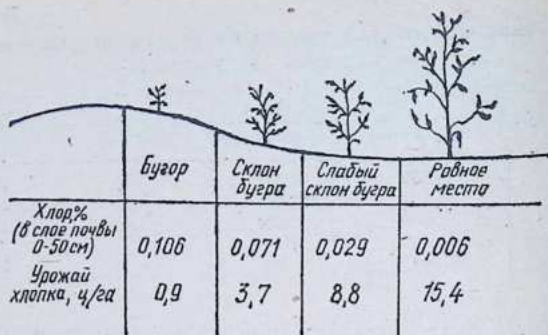


Рис. 59. Засоленный бугор в профиле (по И. Е. Елсукову)

Поэтому растения угнетаются не только на явном пятне, но и на едва заметном его склоне (рис. 59).

В Голодной степи (К. А. Давий) засоленные пятна на тяжелых почвах (пятна ровные и пятна — западинки) отличаются от пятен на более легких почвах (пятна — забугрения) большим содержанием физической глины и меньшим — пыли, более высоким (на глубине 30—60 см), более плотным и мощным гипсовым горизонтом, значительно худшей водопроницаемостью. В связи с этим освоение пятен первого вида более сложно и трудоемко, чем пятен второго вида.

Для устранения пятен — забугрений на относительно легких, рыхлых по слоению почвах обычно достаточно проведения планировки и выборочной промывки мест пятен. Во многих случаях, при небольшой высоте забугрений (10—15 см), пятна могут осесть в процессе промывки и без предварительной планировки. Для уменьшения скорости фильтрации воды и лучшего выщелачивания солей перед промывкой рекомендуется рыхление и прикатка мест пятен, особенно если имелся растительный покров.

Более сильное и многостороннее воздействие требуется для ликвидации пятен на тяжелых, плотных почвах. Если пятна представляют собой забугрения или же понижения — блюдца, то прежде всего необходима планировка мест пятен с целью создания выровненной поверхности поля. Важно улучшить физические свойства почвы пятен для повышения ее водопроницаемости и ускорения фильтрации в ней воды. С этой целью рекомендуется пескование пятен, внесение на них больших норм органических удобрений (навоза, компоста), глубокое рыхление почвы, разрушение плотных, водопроницаемых прослоек ее (глинистых, гипсовых) и др.

Заключительным мероприятием является выборочная промывка мест пятен повышенными нормами воды. В зависимости

от свойств почвогрунта и степени засоления пятен, число промывных поливов и общая норма промывки на них различны.

На пятнах с легкими и средними по механическому составу почвами, при содержании хлора в слое 0—100 см 0,10—0,20 и 0,20—0,30%, общая норма промывки потребуется в размере 3—7 тыс./м³ воды в первом случае и 5—10 тыс.— во втором. На тяжелых, плотных почвах норма промывки увеличивается соответственно до 6—10 и 10—15 тыс./м³.

Если кроме пятен засолена в небольшой степени и остальная площадь поля, то вслед за планировкой, удобрением пятен и обработкой почвы все поле разбивают на делянки (чеки), особо огораживая места пятен. Промывку начинают с пятен. В зависимости от степени их засоления на них проводят несколько промывных поливов, после чего завершающую промывку (один—два полива) дают на всей площади поля.

8. Уход за полями после промывки

После промывки конечный результат опреснения почвы к посеву зависит от ряда факторов: количества атмосферных осадков, температуры воздуха, ветровой деятельности, условий агротехнического ухода за промытой площадью и др.

Слабые осадки и частые ветры, недостаточный отток и высокое залегание грунтовых вод, отсутствие своевременного ранневесеннего боронования почвы способствуют реставрации ее засоления. Наоборот, при выпадении значительного количества осадков, хорошем оттоке грунтовых вод и тщательном ранневесеннем бороновании почвы создаются условия, способствующие ее дальнейшему опреснению. Бороновать почву следует незамедлительно, как только начнет она просыхать после промывки. Боронование способствует ликвидации сорной растительности и улучшению качества предпосевной обработки почвы, предотвращению реставрации засоления ее и сохранения в ней влаги к посеву. Роль его особенно велика в районах с малым количеством атмосферных осадков и сильно выраженной ветровой деятельностью.

Глава IX

ДРЕНАЖ ОРОШАЕМЫХ ЗЕМЕЛЬ

1. Дренаж, его типы и задачи

Для мелиорации орошаемых земель, повышения плодородия почв требуется осуществление комплекса мероприятий — водохозяйственных, агромелиоративных, гидротехнических (инженерно-мелиоративных).

В системе гидротехнических мероприятий, на землях со слабосточными или бессточными грунтовыми водами, вызывающими засоление или заболачивание земель, особое значение имеет дренаж.

Под дренажем (дренированием) почвогрунтов понимают процесс удаления из них избытка почвенно-грунтовых вод с целью коренного улучшения режима грунтовых вод и водно-солевого режима почвы.

На землях, подверженных заболачиванию или засолению, дренаж применяют в случаях, когда обычными водохозяйственными и агромелиоративными мерами, включая правильный режим и рациональную технику орошения, нельзя достичь нужного осушения или рассоления почвы. Особенно большое значение дренаж имеет на землях со слабосточными минерализованными грунтовыми водами и почвами, подверженными засолению. Дренаж для таких земель является основным и решающим мероприятием для хорошего оттока грунтовых вод, глубокого рассоления почв и опреснения грунтовых вод.

На мелиорируемых землях, подверженных засолению, основными задачами дренажа являются:

- понижение уровня залегания грунтовых вод (ниже критической глубины их залегания);

- отвод из почвогрунта с промывными водами избытка вредных воднорастворимых солей;

- поддержание уровня опресняемых грунтовых вод на глубинах, безопасных для восстановления засоления почв и оптимальных для высокого их плодородия.

Для решения этих задач на орошаемых землях применяют три основных типа дренажа: открытый горизонтальный, закрытый горизонтальный и вертикальный.

В первом случае почвенно-грунтовые воды отводят по открытым каналам горизонтального направления; во втором — по дренажным трубам того же направления, уложенным в почвогрунт; в третьем — дренирование проводят откачкой из вертикальных скважин (колодцев) подземных и грунтовых вод специальными глубинными насосами.

Выбор типа дренажа, его параметров и удельной протяженности должен основываться на проектном (оптимальном) режиме грунтовых вод. В зависимости от природных условий территории (гидрогеологических условий, строения и водно-физических свойств почвогрунтов, исходных запасов и распределения солей в них) проектный мелиоративный режим может быть разным: гидроморфный, при близком залегании грунтовых вод (около 1,5 м), полуавтоморфный (грунтовые воды на глубине 1,5—3 м), автоморфный, при постоянно глубоком залегании грунтовых вод (глубже 3—5 м).

Если для одних условий наиболее выгодным может явиться гидроморфный (луговой) мелиоративный режим, с применением

относительно мелкого горизонтального дренажа (глубиной около 2 м), то для других — полуавтоморфный (лугово-сероземный) режим с использованием глубокого закрытого горизонтального дренажа (2,5—3,5 м), а для третьих — автоморфных (сероземный) режим с применением в основном вертикального дренажа.

2. История применения, значение и эффективность действия дренажа

В практике орошаемого земледелия искусственный отвод грунтовых вод для борьбы с засолением и заболачиванием земель применялся с древних времен. В Средней Азии дехкане многих орошаемых районов на землях, подверженных засолению, издавна сооружали различной глубины дренажи (зауры, закеши), а также проводили промывные поливы.

Дренаж как активное средство борьбы с засолением и заболачиванием земель широко применяется как в СССР, так и за рубежом (в США, Австралии, Египте, Китае, Алжире, Италии и других странах).

Для районов Средней Азии положения о необходимости применения дренажа в борьбе с засолением почв были высказаны еще до революции (1908—1914 гг.) М. М. Бушуевым, Н. А. Димо, В. С. Малыгиным. С тех пор постепенно разворачивались поиски и исследования наиболее эффективных способов его использования.

Первые попытки изучения дренажа в Средней Азии были сделаны в 1911—1914 гг. (в Голодной степи в поселке Великоалексеевском, на Голодностепской опытной станции, на Зеравшанском опытном поле, а также в Мервском оазисе Туркмени на землях Байрам-Али). В тот период изучалось действие мелкого дренажа глубиной от 0,35 до 1,5 м с расстояниями между дренажами от 20—60 до 80—120 м.

В 1928—1931 гг. на Голодностепской (Узбекская ССР) и Муганской (Азербайджанская ССР, Джафархан) опытных мелиоративных станциях была построена глубокая закрытая дренажная сеть (глубиной 2—4 м). Была установлена высокая эффективность закрытого дренажа и необходимость перехода от ранее применявшихся мелких дренажей (глубиной до 1—1,5 м) к более глубоким (глубиной 2,5—3,5 м). Данные станций подтверждали необходимость широкого использования дренажа для рассоления почв орошаемой зоны.

Однако до 1950 г. дренаж в производство внедрялся медленно. Существенную роль в этом сыграли неправильные взгляды на дренаж акад. В. Р. Вильямса. Он высказал мнение о совершенной бесполезности и экономической невыгодности искусственного дренажа как средства борьбы с вторичным засолением почв.

Главным фактором засоления почв как в природных условиях, так и при орошении акад. В. Р. Вильямс считал процесс испарения волосной (капиллярно-подвешенной) влаги в якобы полностью бесструктурных почвах засушливых областей, а также орошаемых земель. Исходя из этого единственным и универсальным средством борьбы с засолением почв он считал травопольную систему земледелия, введение травопольных севооборотов с целью создания прочной структуры почвы.*

В настоящее время роль и значение дренажа при мелиорации засоленных земель никем не оспаривается. Опыт показал, что он является надежной мерой борьбы с засолением и заболачиванием земель. Наблюдениями на мелиоративных станциях в Голодной степи (ст. Ак-олтын), в Ферганской области (ст. Федченко) и в других районах установлено, что в дренажных условиях, по сравнению с бездренажными, при равных или меньших затратах промывной воды, достигаются лучшие результаты как в отношении глубины, так и степени рассоления почв.

Так, в Ак-олтыне в бездренажных условиях, средние и тяжелые суглинки при глубине грунтовых вод 2,5—2,6 м, содержания хлора в метровом слое почвы 0,183—0,273% и нормах промывки 5700—9100 м³/га были опреснены на глубину до 0,7 м и имели после промывки хлора в метровом слое 0,074—0,029%. В дренажных же условиях, при таких же примерно исходных показателях, почва была опреснена на глубину более 2 м, хлора же после промывки в метровом слое осталось всего 0,004—0,01%.

Характерна динамика рассоления почвы при промывке в дренажных и бездренажных условиях (табл. 58). При дренаже более чем достаточное расслоение метрового слоя почвы (тысячные доли хлора) было достигнуто уже при норме промывки 5960 м³/га, тогда как в бездренажных условиях удовлетворительное рассоление этого слоя почвы не было достигнуто даже при норме 8800 м³/га.

При наличии дренажа обеспечивался постоянный отток грунтовых вод и уровень залегания их в процессе промывки поддерживался большей частью на глубине 1,8—2 м. В бездренажных условиях отток грунтовых вод был затруднен, уровень залегания неуклонно повышался (24 декабря — 1,67 м, 2 января — 1,48 м, 8 января — 0,99 м).

В связи с этим в почве, близко к поверхности, имелся большой объем капиллярно-подпертой влаги, что крайне затрудняло вымыв солей и облегчало реставрацию засоления почвы.

В дренажных условиях в результате промывки были хорошо опреснены и грунтовые воды. В начале промывки минерализа-

* Вильямс В. Р. Травопольная система земледелия на орошаемых землях. М., Сельхозгиз, 1935.

**Динамика рассоления почвы при промывке
(Центральная мелиоративная станция в Ак-олтыне)**

Горизонты и слои почвы, см	Хлор в % к весу			
	до промывки 15.XI	после промывки водой, м ³ /га		
		$\frac{2500}{6.1}$	$\frac{5000}{26.1}$	$\frac{8800}{12.11}$
В дренажных условиях				
0—20	0,241	0,006	0,005	0,004
20—40	0,215	0,008	0,004	0,004
40—60	0,219	0,040	0,005	0,004
60—80	0,213	0,061	0,007	0,004
80—100	0,198	0,093	0,010	0,004
0—60	0,225	0,018	0,005	0,004
0—100	0,217	0,042	0,006	0,004
В бездренажных условиях				
	23.XI	$\frac{2800}{24.XII}$	$\frac{5000}{30.XII}$	$\frac{8800}{6.1}$
0—10	0,416	0,082	0,043	0,038
10—20	0,300	0,159	0,192	0,078
20—30	0,183	0,203	0,164	0,135
30—50	0,189	0,198	0,169	0,062
50—70	0,140	0,176	0,067	0,059
70—100	0,092	0,109	0,067	0,074
0—50	0,256	0,168	0,147	0,073
0—100	0,183	0,151	0,107	0,064

ция грунтовых вод заметно повысилась (по хлору с 1,61 г/л перед промывкой до 5,42 г/л на 8 января), но затем неуклонно снижалась (28 января — хлора 1,39, 12 февраля — 0,80 г/л). К концу промывки минерализация грунтовых вод была вдвое меньше исходной.

Насколько сильно и глубоко могут быть рассолены почвы и грунтовые воды под действием промывок и дренажа, показывают данные Муганской опытно-мелиоративной станции (Азербайджанская ССР), относящиеся к почвогрунтам с хорошими фильтрационными свойствами (рис. 60).

Скорость снижения уровня поднятых атмосферными осадками, поливами или промывками грунтовых вод на дренированных землях обычно в два—три раза больше, чем в бездренажных условиях (при одних и тех же почвогрунтах).

По данным Голодностепской и Муганской опытно-мелиоративных станций скорость снижения уровня грунтовых вод на оборудованных закрытым дренажем участках изменялась так:

Напор грунтовых вод, м	1,8	1,5	1,0	0,8	0,5
Скорость снижения уровня грунтовых вод, см/сутки	8—20	5—15	4—7,5	3,5—5	2—3

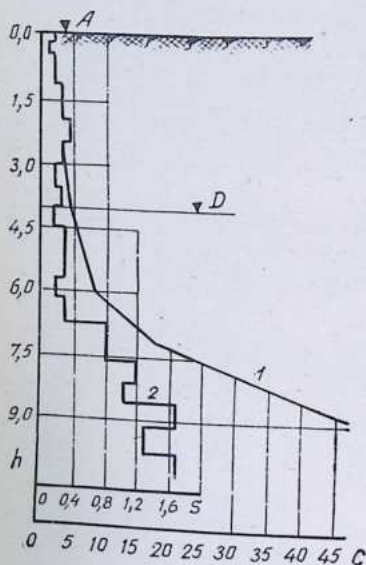


Рис. 60. Рассоление почв, грунтов и грунтовых вод под действием промывок и дренажа (Н. А. Беседнов):

A — поверхность почвы; D — горизонт заложения дрена; h — глубина почвогрунта, м; 1 — минерализация (C) грунтовых вод, г/л; 2 — засоление (S) почв и грунтов, %

На недренированных землях скорость понижения грунтовых вод значительно меньше. На тяжелых почвах, с плохими фильтрационными свойствами, она зачастую составляет всего 0,75—1 см/сутки.

Для орошаемых районов Средней Азии и Азербайджана эффективность использования различных типов дренажа разработана трудами В. С. Малыгина, Н. А. Беседнова, В. А. Ковды, Э. С. Варунцяна, И. С. Рабочева, А. А. Рачинского, Н. М. Решеткиной, Х. Э. Якубова и др.

Устройство дренажа требует значительных средств на его проектирование, строительство и эксплуатацию. Однако при правильном использовании его большой мелиоративный и хозяйственный эффект, особенно на землях значительно подверженных засолению, делает его весьма экономически выгодным.

3. Открытый горизонтальный дренаж. Механизм действия дрен

В орошаемых районах пока наиболее распространен открытый горизонтальный дренаж. В Узбекской ССР его общая протяженность свыше 60 тыс. км. Больше всего дренажных каналов имеется в Голодной степи, Ферганской, Бухарской, Хорезмской областях. Удельная протяженность дренажа (на 1 га орошаемых земель) во многих хозяйствах указанных областей

достигает 20—30 м/га, а в некоторых хозяйства — 40—50 м/га и больше.

Открытые дрены и коллекторы (зауры) представляют собой разной глубины каналы для отвода грунтовых вод. Открытый дренаж может быть мелкий (глубиной 1—1,5 м) и глубокий (глубина дрен 2—3 м и больше), постоянный и временный, локальный и систематический.

Локальный дренаж представляет собой отдельные, редко расположенные (на разных расстояниях) коллекторы, без первичной сети дрен: систематический — систему взаимосвязанных каналов: первичных дрен, более глубоких групповых дрен (собирателей) и коллекторов, некоторые из которых могут быть главными (магистральными). Конечное место стока воды из коллектора — водоприемник. Им может быть море (например, в Каракалпакской АССР — Аральское, в Кура-Араксинской низменности Азербайджана — Каспийское море), крупные реки, большие естественные впадины среди пустынных территорий и песков.

При невозможности самотечного отвода дренажных вод их перекачивают в крупные коллекторы или водоприемник насосными установками.

Прокладка глубоких открытых дрен и коллекторов проводится экскаваторами — землеройными машинами для копания и перемещения грунта на небольшие расстояния. При устройстве глубокого дренажа используют обычно экскаваторы типа драглайн (рис. 61). Мелкие временные дрены отрывают большими канавокопателями.

Размеры поперечного сечения дрен и коллекторов определяют гидравлическим расчетом, сообразно наибольшему расходу воды в них и их уклону. По мере нарастания расхода воды в дренажных каналах сечение их по длине постепенно увеличивают.

Во избежание заиливания дрен скорость течения воды в них должна быть не меньше 0,25—0,40 м/сек, а уклоны дрен не меньше 0,001—0,002*.

Чтобы предупредить оползание и обрушение грунта дрен, важно соблюдать рациональную величину их откосов. Слишком крутые откосы подвержены об-

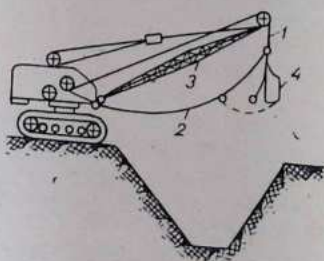


Рис. 61. Экскаватор драглайн: 1 и 2 — подъемный и тяговый канаты; 3 — стрела; 4 — ковш

* Уклоны 0,001 — 0,002 $\left(\frac{1}{1000} - \frac{2}{1000}\right)$ означают, что на расстоянии 1000 м разность высотных отметок дна дрены составляет 1—2 м.

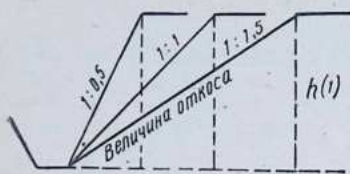


Рис. 62. Величина откосов:
h — глубина дрены

рушению, при излишне пологих откосах значительно возрастает объем земляных работ при устройстве дрен.

В зависимости от механических свойств, степени засоленности и плотности грунта величина откосов (рис. 62) принимается разная. На грунтах однородных, связных и плотных возможны сравни-

тельно крутые откосы — трехчетвертные (1:0,75). На менее плотных грунтах, на рыхлых и легких однородных, а также на слоистых с преобладанием песчаных прослоек откосы дрен делают более пологими — от одинарных (1:1) до полуторных (1:1,5).

Крутизну откосов уменьшают с увеличением степени засоленности грунта. Засоленные неустойчивые грунты перед прокладкой дрен должны быть промыты от солей по трассе дрен. В результате промывки устойчивость откосов дрен к обрушению будет значительно повышена.

Исследование с помощью пьезометрических трубок,* заложённых на различную глубину и различные расстояния от оси дрен, позволили установить распределение напора грунтовых вод в сфере действия дренажных каналов и направление токов воды к ним. Установлено, что напор грунтовых вод убывает по мере приближения к смоченному периметру дрен. Линии, соединяющие точки, в которых вода находится под одинаковым пьезометрическим напором, располагаются по некоторым конным. При глубоком залегании водоупора линии равного напора близки к окружностям. Наиболее удаленные от дрен линии напора являются линиями наибольшего напора.

К дрены грунтовые воды движутся под влиянием падения напора грунтовых вод. Это обуславливает как бы всасывающую силу дрены. Другим действующим фактором является разница давлений почвенного воздуха, заключенного в водоносном слое, и атмосферного воздуха, находящегося в дрене.

Вода поступает в дрены под действием гидродинамического напора грунтовых вод. Поэтому дрены работают (отводят воду) только тогда, когда уровень грунтовых вод находится выше уровня дна дрен.

При глубоком залегании водоупора (ниже дна дрен) грунтовые воды поступают в дрена по всему смоченному ее пери-

* Пьезометрические трубки (скважины) показывают высоту поднятия грунтовых или подземных артезианских вод под влиянием напора в разных точках водоносного слоя.

метру как через откосы, так и дно дрены. При залегании дна дрены на водоупоре грунтовые воды поступают из зоны, расположенной выше дна дрены.

В дрену вода поступает в направлении, поперечном линиям равного пьезометрического напора* (экипотенциалам), в сторону убывающего напора грунтовых вод (рис. 63).

Следует различать общую и рабочую (действующую) глубину дрен. Общая глубина дрены — это расстояние от

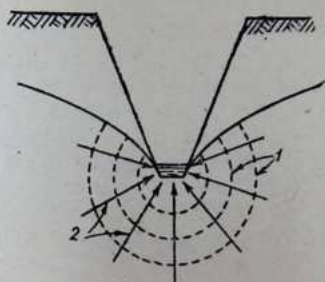


Рис. 63. Схема движения грунтовых вод к дрене:

1 — линии равного напора (экипотенциалы);
2 — линии токов воды



Рис. 64. Влияние дренажа на грунтовые воды:

A — уровень залегания грунтовых вод до устройства дренажа; B — глубина заложения дрены; a — уровень воды в дрене; d — общая глубина дрены; d_1 — действующая (рабочая) глубина дрены; H — действующий напор грунтовых вод

поверхности земли до дна дрены, рабочая глубина — до уровня воды в ней (рис. 64). Чем больше рабочая глубина дрен и следовательно больше напор грунтовых вод, тем больше дрены отводят грунтовой воды, тем скорее и на большую глубину понижают они уровень ее залегания. По мере снижения напора грунтовых вод поступление воды в дрены уменьшается и их дренирующее действие ослабевает.

Значение величины напора грунтовых вод на эффективность ра-



Рис. 65. Зависимость расхода воды в дренах от действующего напора:

I — легкие почвы; II — тяжелые почвы

* Напор, обусловленный сжатием жидкости под давлением.

боты дрен можно видеть по данным следующего графика (рис. 64).

Если дрена имеет наносы и сорную растительность, то уровень воды в ней повышается. Это приводит к уменьшению ее рабочей глубины, снижению ее осушающего действия.

Скорость понижения грунтовых вод по мере приближения к работающей дрене возрастает. Поэтому поверхность грунтовых вод приобретает вид кривой, обращенной выпуклостью кверху (депресссионная кривая). По этой кривой определяют дальность действия дрены на понижение грунтовых вод.

4. Плановое расположение, глубина дрен и расстояния между ними

Эффективность действия горизонтального дренажа зависит от ряда факторов: планового расположения и глубины дрен, расстояний между ними, водно-физических (фильтрационных) свойств почвогрунта и др.

По отношению к оросительной сети наилучшее расположение дрен — по середине между оросителями, по направлению основного уклона местности. В этом случае под действием напора фильтрационных вод двух смежных оросительных каналов отток грунтовых вод в дрена осуществляется более интенсивно и почвы рессоляются лучше и быстрее.

Такие результаты обуславливаются и тем, что продольные дрена, расположенные по направлению грунтового потока (совпадающему в общем с направлением основного уклона местности), имеют более выгодные для оттока грунтовых вод гидравлические условия. По сравнению с дренами «перехватывающими», то есть расположенными поперек направления грунтового потока, продольные работают с равномерным и значительным напором, а поэтому обеспечивают и больший отток грунтовой

воды (рис. 66). Важно и то, что продольные дрена имеют большую скорость течения воды. Поэтому они меньше подвержены заилению и зарастанию сорной растительностью.

— При учете сказанного целесообразно первичные дрена, и также коллекторы, составляющие наибольшую протяженность коллекторно-дренажной сети, располагать по наибольшему ук-

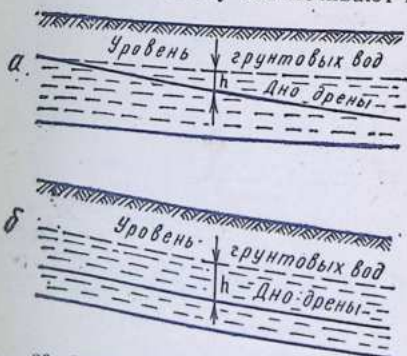


Рис. 66. Схема работы «перехватывающей» (а) и продольной б) дрен



Рис. 67. Расположение оросительной и коллекторно-дренажной сети при одностороннем (а) и двустороннем (б) командовании участковых оросителей

лону местности, а групповые дрены (собиратели) несколько под углом к ее горизонталям.

При одностороннем командовании участковых оросителей схема расположения коллекторно-дренажной и оросительной сети примет следующий вид (рис. 67). При этой схеме менее благоприятные условия для оттока грунтовых вод будут иметь лишь групповые дрены, расположенные вблизи распределителей. Эти дрены, во избежание их оплывания и разрушения, следует устраивать на таком расстоянии от участковых оросителей, при котором фильтрационный их ток воды не попадал бы на откосы групповой дрены. Для этого ширина защитных полос дрен должна быть примерно следующей: при глубине дрен 2—2,5 м на тяжелых грунтах 6—8 м, на легких 8—10 м; при глубине дрен 3—3,5 м соответственно 8—10 и 10—15 м.

В условиях двустороннего командования участковых оросителей групповые дрены целесообразно располагать по середине между ними (рис. 67).

Важное значение имеет глубина дрен. В производственных условиях встречаются как мелкий (1—1,5 м), так и глубокий (2—3 м и глубже) дренаж.

На подверженных засолению землях глубокий дренаж (2,5—3,5 м) для большинства условий более эффективен, нежели мелкий (глубиной 1,5—2 м). Он позволяет удерживать грунтовые воды на большой глубине и глубже рассолять почву при промывках. При нем меньше опасность реставрации засоления

почвы, лучше водообмен и опреснение грунтовых вод, больше расстояния между дренами и поэтому меньше затраты на строительство дренажа, больше полезное использование земли под посевы.

На целесообразность и необходимость применения на засоленных землях глубокого дренажа (глубиной не меньше 2,5—3 м) указывали А. Н. Костяков, Б. В. Федоров, Н. А. Беседнов, В. А. Ковда, С. Ф. Аверьянов, В. В. Егоров, Э. С. Варунция и др.

При учете сказанного дренаж на подверженных засолению землях следует строить глубоким: первичные дрены глубиной не меньше 2,0—2,5 м, групповые дрены — 2,5—3,0 м, коллекторы — до 4 м и больше. Глубину дрен следует устанавливать с учетом главным образом капиллярной (водоподъемной) способности почвогрунта и критической (для данных условий) глубины залегания грунтовых вод. Чем сильнее выражены капиллярные (водоподъемные) свойства почвогрунта и, следовательно, больше величина критической глубины залегания грунтовых вод, тем глубже должны быть дрены.

На подверженных значительному засолению грунтах с большой водоподъемной способностью глубина дрен должна быть 3,0—3,5 м, коллекторов — 4—5 м и больше.

На пылеватых грунтах с плавунными свойствами, не позволяющими создавать устойчивые, глубокие дрены, дренажные каналы устраивают закрытыми или менее глубокими.

На тяжелых грунтах с очень плохими фильтрационными и водоподъемными свойствами большое заглубление дрен неэффективно. Поэтому на таких грунтах глубина дрен рекомендуется не более 2,2—2,5 м.

Расстояния между дренами могут быть разными. Определяют их после того, как для данных условий установлена расчетная глубина дрен. При определении междренних расстояний принимают во внимание глубину дрен, водно-физические свойства (коэффициенты фильтрации и водоотдачи), степень естественной дренированности территории, заданный размер (модуль) дренажного стока, глубину залегания водоупора, требуемую глубину и скорость понижения уровня грунтовых вод. Чем глубже дрены и залегание водоупора, лучше естественная дренированность территории, тем большими могут быть расстояния между дренами.

Междренние расстояния увеличивают с возрастанием коэффициента фильтрации и водоотдачи почвогрунта.

Коэффициент фильтрации (K_f) означает скорость просачивания воды в насыщенной ею почвенно-грунтовой толще (в м/сутки или см/сек). Величина этого коэффициента находится в пределах от 0,1—1 м/сутки (для тяжелых грунтов с плохой водопроницаемостью) до 5—10 м/сутки и больше (для легких грунтов с большой водопроницаемостью).

Коэффициент водоотдачи (K_v) показывает отношение объема свободно истекшей воды из грунта, насыщенного до полной влагоемкости, к объему этого грунта. Коэффициент этот характеризует объем свободной воды в грунтовой толще, который может поступать в дрены. Для различных почвогрунтов, в зависимости от высоты (мощности) дренируемого слоя, он составляет от 3—5 до 15—20% (иногда больше) его объема.

При расчете расстояний принимают во внимание заданный модуль дренажного стока. Модуль дренажного стока означает расход дренажной воды в единицу времени с 1 га. Он выражается в литрах в секунду с 1 га (л/сек с 1 га). На орошаемых, подверженных засолению землях среднегодовой модуль дренажного стока обычно около 0,15 для тяжелых, 0,20 — для средних и 0,25 л/сек/га — легких грунтов, а в период промывок — до 0,50—0,85 л/сек с 1 га и больше. При частом расположении интенсивно действующих дрен (постоянных глубоких и временных, более мелких) модуль дренажного стока повышается до 1,5—2,5 л/сек/га.

Повышение заданной (проектной) величины модуля дренажного стока вызывает уменьшение, а понижение — увеличение расстояний между дренами.

Постоянный дренаж является капитальным сооружением, рассчитанным на длительное время службы. Поэтому параметры его устанавливаются исходя из среднегодовой нагрузки эксплуатационного периода, с обязательной проверкой внутригодового водно-солевого режима почвы. Среднегодовой дренажный сток (D_r), в эксплуатационный период может быть определен по формуле (С. Ф. Аверьянов, И. П. Айдаров):

$$D_r = \Phi_k + П - О \pm p \pm g$$

где Φ_k — фильтрационные потери из оросительных каналов, м³/га;

$$(\Phi_k = \frac{1-\eta}{\eta} O_p);$$

O_p — оросительная норма (нетто), м³/га;

η — коэффициент полезного действия системы оросительных каналов;

$П$ и $О$ — подземный приток и отток для проектных условий, м³/га;

p — приток из глубоких напорных горизонтов (напорное питание), м³/га;

g — влагообмен между почвенными и грунтовыми водами, м³/га

$$g = O_p + O_c - (И + T_p);$$

O_c — атмосферные осадки, м³/га;

$И + T_p$ — суммарное испарение, м³/га.

Из приведенного уравнения по величине необходимого дренажного стока может быть определен и среднегодовой дренажный модуль.

Для установления междренних расстояний при залегании дрен на водоупоре и при глубоком залегании водоупора предложен ряд теоретических формул — А. Н. Костякова, В. С. Козлова, С. Ф. Аверьянова и др.

Как отмечает Н. А. Беседнов, теоретические формулы пока трудно использовать практически, так как они не учитывают факторы, значительно влияющие на результаты расчета (степень естественной дренированности территории, расход почвенно-грунтовых вод на суммарное испарение, напорное питание грунтовых вод и др.). Кроме того, существующие методы определения некоторых показателей, входящих в формулы, пока несовершенны. Поэтому практически расстояния между дренами устанавливаются по данным опыта, дополненным теоретическим расчетом.

По данным наблюдений, действие дрен глубиной 2—3 м на понижение уровня грунтовых вод и рассоление почв может распространяться в каждую сторону от дрен на расстояние до 75—125 м для тяжелых и до 200—300 м для легких грунтов. При учете этого для засоленных земель при глубине дрен 2—3 м обычно рекомендуются расстояния между дренами от 100—250 до 500—600 м (табл. 59 и 60).

Таблица 59

Междренние расстояния при глубине дрен около 3 м
(по исследованиям Н. А. Беседнова)

Показатель	Грунт				
	очень тяжелый	тяжелый	средний	легкий	очень легкий
Коэффициент фильтрации, м/сут.	<1	1—2	3—5	6—10	>10
Междренние расстояния, м	200	200—250	300—400	450—550	>550

Таблица 60

Расстояния между дренами на средне- и сильнозасоленных землях при глубине дрен 2—2,5 м
(по рекомендации В. М. Легостаева)

Глубина залегания грунтовых вод до устройства дренажа, м	Расстояния между дренами, м		
	тяжелые почвы	средние почвы	легкие почвы
2—3	250—300	300—400	400—600
1—2	200—250	250—300	300—400
0—1	100—150	150—200	200—300

Принимается, что в среднем при коэффициенте земельного использования 0,7—0,8 норма дренирования земель в зависимости от степени подверженности их заилению должна находиться в пределах от 20 до 40—50 пог. м/га. Это означает, что междренные расстояния колеблются от 500 до 250—200 м. На землях с очень плохими фильтрационными свойствами и незначительной водоотдачей удельная протяженность дренажа может потребоваться до 70—80 и даже 100 пог. м/га. Это сокращает расстояния между дренами до 143—125 и 100 м.

5. Скважины-усилители и применение временного дренажа. Эксплуатация и недостатки открытого дренажа

Эффективность действия открытого дренажа в условиях двухслойных грунтов, с низким коэффициентом фильтрации верхнего их слоя и хорошими фильтрационными свойствами близко залегающего (5—10 м) нижнего слоя, можно значительно повысить устройством по дну дрен вертикальных скважин-усилителей. Такие скважины диаметром 10—15 см и глубиной 3—7 м могут быть быстро устроены с помощью гидробура. Располагают их по дну дрен через 20—30 м и засыпают гравием.

Скважины-усилители, заглубленные в кровлю хорошо водопроницаемого грунта с напорными водами, снижают интенсивность напорного питания грунтовых вод и способствуют созданию их нисходящих токов. При этом в три-четыре раза возрастает дренажный сток, ускоряется рассоление почв, создается возможность увеличить расстояния между дренами и снизить затраты на их строительство.

При мелиорации засоленных земель наряду с постоянно действующим глубоким дренажем (глубиной 2,5—3 м и больше), во многих случаях целесообразно использование и временного вспомогательного дренажа. Необходимость такого дренажа возникает при капитальных промывках сильнозасоленных осваиваемых земель. После рассоления земель временные дрены устраняют и для эксплуатации оставляют дренаж постоянного действия.

Временный дренаж может быть мелкий и глубокий.

Временный мелкий дренаж (глубиной около 1 м) эффективен при залегании грунтовых вод выше 1,5—2 м, сильном засолении верхних горизонтов почвы и больших нормах промывки, вызывающих длительный подъем грунтовых вод близко к поверхности земли. Такой дренаж позволяет ускорить промывки, лучше рассолить почвы, обеспечить более быстрое и равномерное поспевание ее к предпосевной обработке и севу.

Временные дрены нарезают между постоянными дренами большими канавокопателями (КМ-800, КМ-1400, Д-267 и др.) в сцепе с двумя тракторами ДТ-75 или С-100 за один проход

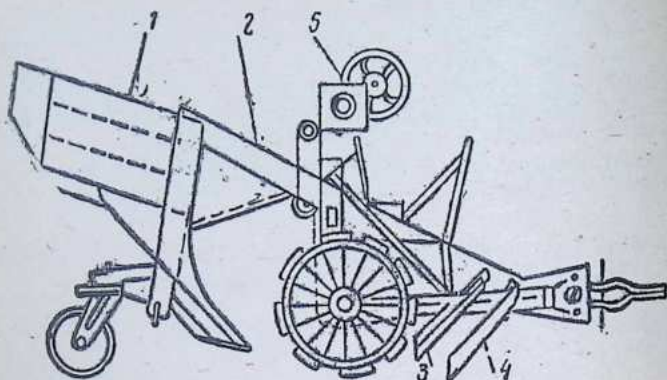


Рис. 68. Канавокопатель КМ-80У:

1 — рабочий орган; 2 — основная рама; 3 — боковые ножи; 4 — средний нож; 5 — лебедка

(рис. 68). За рабочий день можно нарезать канавокопателем 10—15 км временных дрен.

Временные дрены подключают к постоянной глубокой дрене или коллектору. Если две смежные временные дрены у своего конца огибают край поля полукругом, то они соединяются с постоянной дреной коротким прокопом (рис. 69). Возможна нарезка и прямых временных дрен. В этом случае нарезку ведут против уклона поля, опуская (задним ходом) в начале каждого рабочего хода канавокопатель в постоянную дрину или коллектор.

При нарезке канавокопателем глубина временных дрен составляет на тяжелых почвах около 0,8, на средних—1,0, на легких — 1,2 м. Расстояния между ними рекомендуются: на тяжелых почвах — 40—50, на средних — 55—65, на легких — 70—80 м. После окончания промывки и прекращения действия временных дрен их засыпают (бульдозером или грейдером).

Важное значение при использовании открытого дренажа имеет его правильная эксплуатация. Эффективная работа открытых дрен и коллекторов возможна, если сток воды по ним ничем не задерживается. Регулирующая дре-



Рис. 69. Расположение временных мелких и постоянных глубоких дрен

нажная сеть (первичные и групповые дрены), отводит на мелиорируемой площади избыток грунтовых вод, работает на базе более крупной, проводящей сети (коллекторов), по которым и отводятся дренажные воды. Чем глубже коллекторы и чем лучше обеспечивается по ним отвод воды, тем лучше работает и регулирующая дренажная сеть. Подпор воды в дренах и коллекторах, вызывающий снижение действующего напора грунтовых вод, значительно уменьшает их дренирующее действие.

Для обеспечения хорошего оттока дренажных вод дно коллекторов должно находиться не менее, чем на 30—50 см ниже выпадающих в них дрен. То же самое должно соблюдаться при сопряжении коллекторов с водоприемником (при учете наиболее высоких его вод). Если самотечный сток дренажных вод в коллекторы и водоприемники невозможен, то осуществляют отвод их с помощью насосных установок.

Для обеспечения эффективной работы открытой коллекторно-дренажной сети важно проводить систематические наблюдения за техническим ее состоянием, а также выполнять мероприятия по улучшению работы этой сети. Необходимо создать условия, обеспечивающие бесперебойный отток дренажных вод. С этой целью на коллекторах и дренах удаляют возможные обрушения и оползни, перемычки и подпруды, очищают от сорной растительности и заиления, заглубляют. В местах переездов устраивают мосты (арочные или мосты-трубы).

Не должны допускаться сбросы в дрены и коллекторы поверхностных вод. При таких сбросах уровень воды в дренажных каналах повышается. Это уменьшает их рабочую глубину и дренирующее действие. Сбросы создают подпоры воды, вызывают заиление дрен, разрушают их откосы, способствуют опреснению дренажной воды, вследствие чего дренажная сеть усиленно зарастает сорной растительностью. В дренажную сеть может сбрасываться вода с помощью лотков или труб лишь с рисовых полей, при недопущении высоких горизонтов воды в дренах и коллекторах.

Открытый горизонтальный дренаж требует сравнительно небольших затрат на постройку и при правильном пользовании дает значительный мелиоративный и хозяйственный эффект. Но он имеет и много недостатков:

- быстро заиляется и зарастает сорной растительностью, зачастую подвержен оползням и обрушениям, а поэтому требует больших затрат на систематическую очистку и заглубление;

- так как своевременная очистка дрен и коллекторов не всегда обеспечивается, то они во многих случаях имеют недостаточную рабочую глубину и оказывают малое дренирующее действие;

- в неустойчивых грунтах при близком залегании грунтовых вод происходит оплывание дрен;

— при большом поступлении напорных подземных вод дренаж не обеспечивает достаточное рассоляющее действие;

— открытые дренажи и коллекторы отнимают большую полезную площадь, мешают механизации сельскохозяйственных работ и движению транспорта, требуют больших затрат на устройство мостов и переходов.

В связи с этим на большой площади внедряется более эффективный и экономичный закрытый горизонтальный или вертикальный дренаж.

6. Закрытый горизонтальный дренаж

Закрытый дренаж представляет собой сеть горизонтально расположенных на определенной глубине водоотводных труб. Трубчатый дренаж является наиболее распространенным.

Изучение глубокого трубчатого дренажа в целях борьбы с засолением земель было начато в 1928—1931 гг. на двух опытно-мелиоративных станциях: Золотоординской (Узбекистан, Голодная степь) и Джафарханской (Азербайджан, Муганская степь). На Золотоординской станции закрытый горизонтальный дренаж был заложен на глубине 2—3 м, с расстояниями между дренами 100, 132, 265, 530 м. На Муганской станции глубина закрытых дрен была 2,4—4 м, при расстояниях 350, 400 и 580 м.

В орошаемых районах применение закрытого горизонтального дренажа охватывает все большие площади. Наиболее широко он используется на землях новой зоны орошения Голодной степи (табл. 61). В настоящее время в Голодной степи его общая протяженность близка к 12 тыс. км. На большой площади закрытый дренаж строится также в Каршинской, Шерабадской степях и других районах.

Таблица 61

Протяженность закрытого дренажа в новой зоне орошения Голодной степи (по данным института „Средазгипроводхлопок“)

Построено, км	Год				
	1965	1966	1967	1968	1969
В течение года	465,5	810,5	1110,5	1350,5	884,0
С начала освоения	1131,0	1941,5	3052,0	4402,0	5286,0

Главными преимуществами закрытого горизонтального дренажа являются: долговечность, небольшие эксплуатационные расходы, удобство для движения транспорта и механизации сельскохозяйственных работ, значительная экономия посевной площади. Однако в производственной практике долгое время

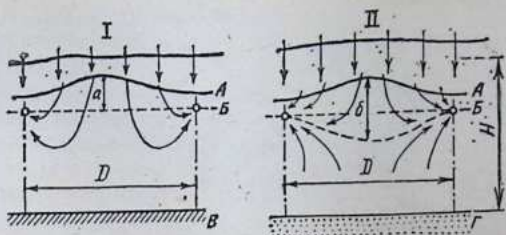


Рис. 70. Схемы отвода грунтовых вод закрытым дренажем (по С. Ф. Аверьянову):

I — при наличии инфильтрационного питания и конечной глубине залегания поверхности водоупора; A — поверхность грунтовых вод; B — глубина заложения дрена; B — малопроницаемый грунт („водоупор“); D — расстояние между дренами; a — превышение поверхности грунтовых вод по середине между дренами над горизонтом воды в дренах. II — при совместном питании инфильтрационными и напорными водами. A, B, D — то же, что и в I схеме; Г — водоносный напорный пласт; H — напор водоносного пласта; б — глубина опускания инфильтрационных нисходящих вод посередине между дренами

применялся лишь открытый горизонтальный дренаж. Одна из причин этого заключалась в отсутствии, специальных машин для механизированного строительства закрытого дренажа и высокой стоимости укладки труб вручную. Строительство глубокого закрытого дренажа активизировалось лишь с 1958—1960 гг. в связи с появлением дреноукладочных машин-комбайнов.

Принципы действия закрытых горизонтальных дрен, распределение напоров грунтовых вод в сфере их действия, направления токов воды к ним те же, что и для открытых горизонтальных дрен. Особенности отвода ими грунтовых вод зависят от условий их питания, глубины залегания водоупора и др. (рис. 70).

На орошаемых подверженных засолению землях применяется закрытый трубчатый дренаж. Трубы могут быть гончарные, керамические, асбоцементные. Бетонные трубы не рекомендуются, так как под действием минерализованных грунтовых вод они разрушаются. Испытываются трубы с пористыми стенками, не требующие устройства песчано-гравийного фильтра, а также легкие длинные (6 м) трубы из полимерных материалов (полиэтилен, полихлорвинил).

При устройстве закрытого дренажа траншейным многоковшовым экскаватором отрывают на нужную глубину траншеи с вертикальными стенками.

В зависимости от свойств грунта основания для труб могут быть разные. Если грунт плотный и устойчивый, то трубы укладывают прямо на дно траншеи, лучше же на гравийную подстилку толщиной до 10 см.

На легких рыхлых грунтах на дно траншеи насыпают гравийно-щебневую подушку (слоем до 30 см), в которую и погру-

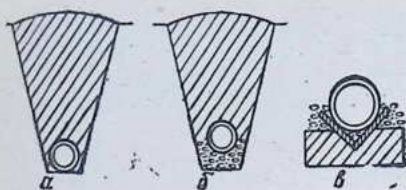


Рис. 71. Укладка дренажных труб:

a — на дно траншеи; *б* — на гравийную подушку;
в — на деревянные лотки с гравием и лежни

жают трубы, на половину их диаметра (рис. 71).

Для дренажа обычно применяют короткие гончарные (33—100 см), либо длинные асбоцементные (3—4 м) трубы.

Работа дрен с короткими (33 см) незакрепленными трубами зачастую нарушается из-за смещения (сдвига) в вертикальной или горизонтальной

плоскости отдельных звеньев труб. Стыки труб и сами трубы могут забиваться корневой системой растений. Поэтому более целесообразны длинные трубы.

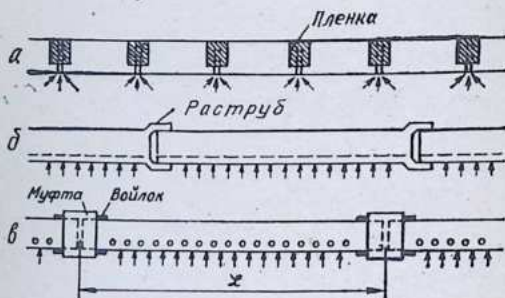


Рис. 72. Стыки дренажных труб и поступление воды в трубы:

a — незакрепленные стыки труб; *б* — стыки, закрепленные раструбами; *в* — стыки, закрепленные муфтами

При укладке длинных асбоцементных труб (длиной 3—4 м) стыки их закрепляют с помощью раструбов или колец (муфт). В такие трубы грунтовые воды поступают через небольшие, круглые отверстия, расположенные в 3—4 ряда в нижней части труб (рис. 72).

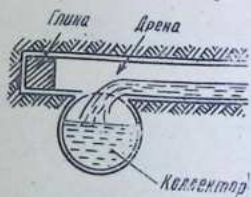


Рис. 73. Сопряжение трубы дрены и коллектора

Диаметр труб подбирают в соответствии с условиями их работы и количеством отводимой ими воды. Для первичных и групповых дрен диаметр (внутренний) труб от 10—15 до 20—25 см, для коллекторов — до 40—50 см.

По длине дрен трубы имеют переходный диаметр, увеличивающийся от начальной к конечной части дрены.

Переход от одного диаметра труб к другому приурочивается к смотровым колодцам. Сопряжение трубы дрены и коллектора показано на рис. 73.

Устья коллекторов, впадающих в водоприемник, закладывают выше отметок высоких вод в водоприемнике. Если это сделать нельзя, то для предупреждения захода высоких вод водоприемника в коллектор, устраивают на выходной трубе устья автоматический плотно замыкающий клапан.

Траншеи для укладки труб роют от нижней части участка к верхней. После укладки труб траншею осторожно засыпают грунтом и уплотняют.

Скорость движения воды в трубах не должна быть слишком малой, во избежание их заиливания, и слишком большой, во избежание размыва почвы (в случае расхождения стыков). Лучшая скорость, в зависимости от условий, находится в пределах 0,5—1 м/сек.

В соответствии с величиной скорости принимают и нужный уклон для труб данного диаметра. Вследствие малого гидравлического радиуса* и значительных сопротивлений движению воды в трубах уклоны их всегда больше уклонов открытых дренажных каналов. Для гончарных и асбоцементных дренажных труб рекомендуются уклоны порядка 0,002—0,003.

Для рассолительных мелиораций глубина закрытых дрен 2,5—3,5 м, что зависит от водоподъемных свойств почвы и степени минерализации грунтовых вод при тех же соответствующих расстояниях между дренами, что и для открытого дренажа.

На дренах через 100—200 м устраивают из бетонных труб смотровые (осадочные) колодцы. Такие колодцы нужны для контроля нормальной работы дренажа, а также удаления из дрен наносов.

Колодцы устанавливают на бетонные плиты. Сверху их закрывают деревянной крышкой. Дно колодца должно быть на 30—45 см ниже входа в него дренажных труб. На это дно постепенно оседают наносы, которые периодически удаляют (рис. 74). Для усиления оттока грунтовых вод смотровые ко-

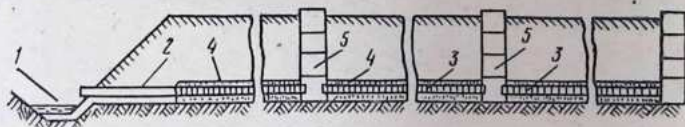


Рис. 74. Закрытая дрена со смотровыми колодцами:

1 — открытый коллектор; 2 — консольная труба в устье дрены; 3 — дренажные трубы; 4 — песчано-гравийная обсыпка труб; 5 — смотровые колодцы

* Гидравлический радиус — отношение площади живого сечения потока к смоченному периметру трубы.

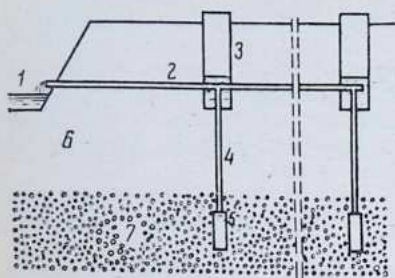


Рис. 75. Закрытая дрена со скважинами-усилителями:

- 1 — водоприемник; 2 — закрытая дрена; 3 — смонтированный колодезь; 4 — вертикальная скважина; 5 — фильтр скважины; 6 — покровная толща мелкозема; 7 — песчано-гравийные отложения

лодцы закрытого дренажа могут быть оборудованы скважинами (рис. 75).

Закрытый дренаж в настоящее время строится в основном механизированным способом с помощью дренаукладочных машин. «Главголлостепстрой» использует несколько типов таких машин (Д-251, Д-301 и др.), отличающихся по глубине заложения дрен (2,5—3,0—3,5 м) и их конструкции, а также по диаметру укладываемых труб (15—30, 30—50 см).

Дренаукладочный комбайн Д-251 представляет собой траншейный экскаватор ЭТУ-353 с измененной ковшовой рамой и прицепным оборудованием. В него входит бункер с трубопроводом, подающий механизм с приводом, ходовая часть, подъемное устройство, засыпатель и каток (рис. 76). При помощи этого комбайна отрывают траншеи глубиной 2,5 м и шириной 0,6 м, укладывают гравийный фильтр и трубы длиной до 700 мм с наружным диаметром 150—300 мм.

Дренажные трубы имеют круговую или полукруговую обсыпку фильтрующим материалом. Во втором случае их сверху

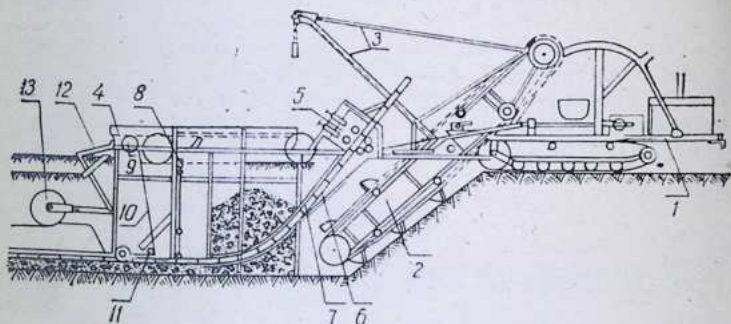


Рис. 76. Схема дренаукладчика:

- 1 — рама экскаватора; 2 — ковшовая рама экскаватора; 3 — подъемное устройство; 4 — открышки бункера; 5 — трубоподающий механизм; 6 — трубопровод; 7 — дренажные трубы; 8 — датчик прибора для контроля качества укладки дренажных труб; 9 — барабан для пленки; 10 — пленка; 11 — натяжной ролик; 12 — оборудование для обратной засыпки траншеи дрены грунтом; 13 — каток для уплотнения засыпанного грунта

покрывают полиэтиленовой пленкой, толем или водостойкой бумагой. В качестве материала фильтра, предотвращающего заиливание труб, используют песок, гравий, щебень.

При укладке труб крепление их стыков не проводится. В связи с этим у труб, для большей их устойчивости, делают скошенные края (фаски), перекрывающие друг друга, или пазы (рис. 77).

Дреноукладчик выполняет (рис. 78) восемь операций: отрывает траншею (а), отсыпает подстилающий слой фильтра толщиной 150 мм (б), укладывает дренажные трубы (в), обсыпает трубы с боков песчано-гравийным фильтром (г), проверяет качество укладки труб (д), засыпает трубы слоем фильтра (е), засыпает дренаж предохранительным слоем грунта толщиной 30—50 см (ж), уплотняет предохранительный слой грунта (з).

Производительность дреноукладчика 350—400 м в смену. Его обслуживают три человека.

На неустойчивых грунтах и грунтах, оплывающих при значительном водонасыщении, широко внедряется бестраншейный способ строительства дренажа с укладкой на дно узкой щели гибких непрерывных труб, диаметром до 11—28 см из пластмасс. Междренные расстояния при таком дренаже 50—75 м.

Важным при строительстве и эксплуатации закрытого дренажа является обеспечение уклона дрен, прочное соединение длинных труб, тщательное уплотнение грунта обратной засыпки дрен, последующая планировка наддренных полос, устройство контрольно-смотровых очистных колодцев с отстойниками на носов.

По исследованиям «Средазгипроводхлопка» и производственному опыту для условий новой зоны орошения Голодной степи целесообразно использовать трубы со сплошной круговой обсыпкой их песчано-гравийной смесью. Толщина слоя фильтра — 15 см, над трубами — 10 см. Диаметр отверстий в нижней половине труб — 4—5 мм (50—80 отверстий на 1 пог. м).

Под особое наблюдение должны быть взяты наддренные полосы земли. Эти полосы должны иметь защитные дамбочки обвалования. Орошение полос, особенно в начальный период эксплуатации дрен, должно проводиться аккуратно, без каких-ли-

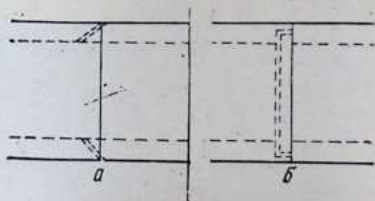


Рис. 77. Стыки коротких труб:

а — с фасками; б — с пазами

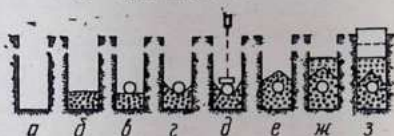


Рис. 78. Схема технологического процесса, выполняемого дреноукладчиком Д-251.

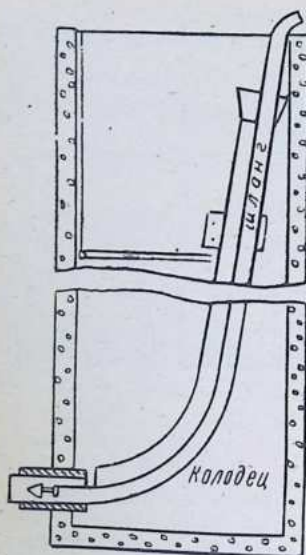


Рис. 79. Устройство для промывки закрытых дрен

ГСКБ по ирригации машиной ПДТ-125 (промывщик дренажных труб на длине 125 м). Промывка ведется при помощи устройства для ввода из смотровых колодцев в дрены напорного шланга с реактивной головкой (рис. 79). В настоящее время в Голодной степи на очистке закрытого дренажа используется более 50 дренопромывочных машин ПДТ-125.

Закрытые дрены иногда зарастают корнями растений. Чтобы этого не произошло, вблизи дрен не следует (ближе 15—20 м) высаживать древесные насаждения, а на наддренных полосах надо уничтожать растительность. Когда обнаруживается зарастание дрен корнями растений, дрены прочищают проволочным ершом.

7. Вертикальный дренаж

Эффективным средством мелиорации засоленных земель явился вертикальный дренаж с откачкой подземных и грунтовых вод из глубоких скважин (колодцев), оборудованных глубинными насосами.

Дренаж такого типа против засоления почв и для использования подземных вод на орошение впервые — в 1918 г. — был применен в США.

бо затоплений отдельных их мест. Несоблюдение указанных требований приводит к нарушениям нормальной работы дрен из-за просадок, смещения или повреждения отдельных звеньев труб или заиливания дренажных линий.

З а и л е н и е — наиболее распространенное повреждение закрытого дренажа. Производственный опыт показывает, что и при достаточно высоком уровне технологии его строительства и эксплуатации построенные дрены всех конструкций в определенной мере заиливаются и поэтому их периодическая очистка (один раз в 7—10 лет) является обязательной.

В Голодной степи испытывались различные способы очистки сильно заиленных дрен: гидравлические и механические. Наиболее эффективным и экономичным способом признана гидравлическая очистка дрен созданной

К 1950 г. колодцев вертикального дренажа насчитывалось в США 130 тыс. В настоящее время вертикальный дренаж, кроме США, широко применяется в Египте, Индии, Алжире.

В Советском Союзе вертикальный дренаж впервые был построен и испытан на заболоченных и засоленных землях Араздаанской степи (Армянская ССР). В Узбекистане с 1966 г. он стал широко внедряться в Голодной степи, а также в Ферганской долине, Бухарской области и позже на осваиваемых землях Шерабадской и Каршинской степей.

В настоящее время построено и работает свыше 900 скважин вертикального дренажа, охватывающих мелиорируемую площадь около 150 тыс. га.

Вертикальный дренаж можно использовать как самостоятельно, так и в сочетании с действием открытого или закрытого горизонтального дренажа.

Действие вертикального дренажа наиболее эффективно в условиях тяжелых слабопроницаемых грунтов верхней мелкоземистой толщи, при напорном питании грунтовых вод из нижних песчано-гравелистых горизонтов. При горизонтальном дренаже (в том числе закрытом) большое поступление напорных подземных вод в дрены резко ослабляет влияние дренажа на рассоление верхней толщи почвы. При вертикальном же дренаже с откачкой подземных вод устраняют или же значительно снижают их пьезометрические напоры и создают нисходящие токи грунтовых вод. В таких условиях под действием промывных и вегетационных поливов происходит рассоление почвогрунта с оттеснением вглубь минерализованных грунтовых вод и их постепенным опреснением (рис. 80).

Схему мелиорирующего действия вертикального дренажа на различных этапах его работы поясняет рис. 81.

Использование вертикального дренажа с целью рассоления почв особенно выгодно на землях, подстилаемых галечниковыми аллювиальными отложениями. В низовьях и дельтах рек, сложенных на большую глубину слоистыми суглинисто-глинистыми грунтами, условия для его использования менее благоприятны.



Рис. 80. Изменение и перераспределение запасов солей в почвогрунтах под влиянием вертикального дренажа (Западная Фергана, Кировский район. Г. В. Еременко)

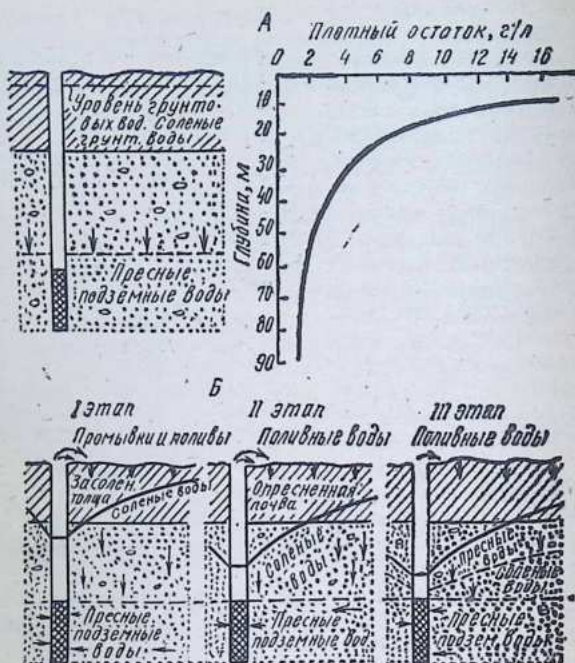


Рис. 81. Схема мелиоративного действия вертикального дренажа на различных этапах его работы (по Н. М. Решеткиной):

А — до откачки; Б — после откачки

Применение вертикального дренажа позволяет успешно решать и другие мелиоративные задачи.

На площадях, заболачиваемых пресными грунтовыми водами, при помощи вертикального дренажа можно осушать земли. Его используют на самом заболачиваемом земельном массиве, или на вышерасположенных землях с целью перехвата грунтового потока, снижения его напора и подтапливающего действия на низинные площади.

На других землях подземные воды (во многих случаях пресные или слабозасоленные), поднятые вертикальным дренажем на поверхность, могут быть использованы на водоснабжение, орошение или промывные поливы. Тем самым во многих районах восполняется недостаток оросительной воды, либо сокращается водозабор (если водные ресурсы достаточны). Это

уменьшает потери воды из каналов и улучшает мелиоративное состояние земель.

Большое хозяйственное значение вертикальный дренаж имеет при обводнении пустынно-степных пастбищ.

Высокопроизводительная работа скважин дренажа зависит от правильного выбора их конструкции, качества монтажа насосно-силового оборудования, своевременного ремонта и наладки этого оборудования и станций управления работой скважин.

Колодцы вертикального дренажа устраивают обычно следующим образом. Буровым агрегатом бурят скважины диаметром 70—90 см. Скважины закрепляют обсадными трубами. Внутри скважин устанавливают фильтровые (рабочие) трубы, диаметром 40—50 см. Пространство между обсадными и фильтровыми трубами заполняют гравием (фракции 5—15 мм), после чего обсадные трубы извлекают.

Фильтровые трубы в верхней части мелкоземистой толщи цельные, далее же, чаще с глубины 10—15 м от поверхности — перфорированные, то есть снабженные дырчатыми или щелевыми отверстиями для пропуска воды. Эта часть трубы (с нержавеющей металлической сеткой или без нее) называется стренером фильтра. Общая протяженность его по оси скважины достигает 20—40 м и более (рис. 82)

Большую часть фильтра располагают в основном водоносном пласте скважины. В зависимости от его местоположения скважины бурят глубиной от 20—30 до 100—150 м и больше. Дно и нижняя часть скважины (колодца) могут быть глухими, с устройством здесь отстойников для осаждения мелких частиц грунта. Колодцы устраивают и с питанием через дно, частично через боковые отверстия труб.

Откачка воды из колодцев ведется с глубины 6—30 м при помощи особых глубинных насосов, установленных внутри фильтровых труб (вертикальные пропеллерные насосы, многоступенчатые трубчатые и др.) или же воздушных насосов (эрлифтов).

Насосы приводят в действие электромоторы (рис. 83). При использовании электроэнергии эксплуатационные расходы по использованию вертикального дренажа являются минимальными.

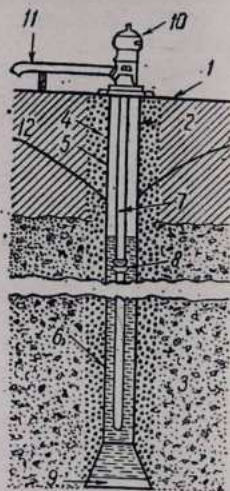


Рис. 82. Схема скважины вертикального дренажа:

1 — поверхность земли; 2 — покровный мелкозем; 3 — водоносный слой; 4 — гравийная обсыпка; 5 — обсадная труба; 6 — перфорированная труба (фильтр); 7 — вертикальный глубинный насос; 8 — рабочие колеса насоса; 9 — бетонная пробка; 10 — электромотор; 11 — выводная труба; 12 — депрессионная кривая грунтовых вод



Рис. 83. Скважина вертикального дренажа в совхозе „Пахта-Арал“ (Голодная степь)

До пуска колодцев в эксплуатацию проводится так называемая строительная откачка. Цель ее — вынос песка и создание вокруг скважины гравийно-галечникового фильтра, как основы ее высокой производительности. Во время строительной откачки образующаяся провальная воронка засыпается гравием и галькой.

В эксплуатационный период режим работы скважин в зависимости от условий и задач может быть разный: круглогодичный, с постоянным или переменным дебитом и числом скважин, прерывистый по периодам года, с постоянным или различным дебитом скважин и др.

В зависимости от фильтрационных свойств и мощности водоносного пласта, глубины откачки, диаметра колодца, глубины погружения его фильтровой части в водоносный слой, конструкции и мощности насоса дебит одной скважины дренажа может изменяться в широких пределах — от 5—10 до 150—200 л/сек и больше.

Дренирующее действие вертикальных колодцев основано на том, что грунтовые воды мелкоземной толщи и подземные воды нижележащих, хорошо проницаемых водоносных пород не изолированы друг от друга, а имеют тесную гидравлическую связь. Вследствие этого при откачке подземных вод, вызывающей устранение или уменьшение их пьезометрического напора, происходит понижение уровня залегания грунтовых вод с образованием депрессионной кривой их поверхности.

Длина депрессионной кривой показывает радиус действия колодца. В зависимости от фильтрационных свойств водоносной толщи, глубины и дебита откачки влияние одного колодца на понижение грунтовых вод сказывается на расстоянии от 200—300 до 900—1000 м. Площадь дренирования одной скважиной изменяется при этом от 12,5—28,3 до 254—314 га.

Сводка некоторых данных об условиях и показателях действия вертикального дренажа по исследованиям САНИИРИ приведена в табл. 62.

Расположение дренажных колодцев, в зависимости от гидрогеологических условий и задач дренажа, может быть площадное или линейное. В первом случае колодцы располагают на осушаемой площади более или менее равномерно (например, в шахматном порядке), во втором — колодцы размещают в одне линии, поперечно к направлению потока подземных вод.

Скважины вертикального дренажа занимают небольшую

Условия и показатели действия вертикального дренажа

Покровные отложения		Водоносная толща		Действует скважин	Дебит скважины, л/сек	Радиус действия скважины, м	Площадь дренажирования одной скважины, га
мощность, м	коэфф. интент. фильтрации, м/сутки	мощность, м	коэфф. интент. фильтрации, м/сутки				
Совхоз „Социализм“ Комсомольского района Сырдарьинской области							
20—25	0,07—0,50	25—35	20—100	12	80—110	700—900	154—254
Совхоз „Пахта-Арал“ Пахтааральского района Сырдарьинской области							
25—30	0,10—0,12	40—60	25—30	33	65—90	600—700	113—154
Совхоз „Бешарык“ Кировского района Ферганской области							
10—20	0,30—0,55	20—30	13—22	7	25—70	300—750	28—177
Колхоз „Коммунизм“ совхоз „Каган“ Каганского района Бухарской области							
8—12	0,5—4,0	до 12	25—60	9	15—40	385—600	46—113

площадь* и, располагаясь на значительном расстоянии друг от друга, не препятствуют механизации сельскохозяйственных работ.

Минерализация откачиваемых дренажных вод во многих случаях невысока. Так, в Ферганской области обычно они слабоминерализованы и почти полностью используются на орошение, в Голодной степи и Бухарской области откачиваемые воды более минерализованы (содержание солей до 3—5 г/л, иногда до 8—12 г/л).

На землях, подверженных засолению, в общем стоке дренажных вод значительная часть приходится на долю вертикального дренажа. Так, в Сырдарьинской области в отдельные годы скважинами вертикального дренажа откачано подземных вод 25—30% общего дренажного стока.

Под действием вертикального дренажа на больших площадях отмечалось значительное понижение уровня залегания грунтовых вод. Так, в Гулистанском районе Сырдарьинской области грунтовые воды долгое время залегали на глубине 1,7—1,8 м. Когда количество вертикальных скважин увеличилось здесь с 45 до 118, уровень залегания грунтовых вод понизился до 2,3 м.

В Каганском районе Бухарской области до ввода в действие вертикального дренажа грунтовые воды находились на глубине 1,5—1,6 м. При эксплуатации скважин дренажа они снизились до 2,6—2,7 м.

* В расчете на 1 га дренируемой площади во многих случаях одна скважина с водоприемником и трансформаторной подстанцией занимает площадь 1—1,2 м².

Запасы подземных вод во многих случаях могут использоваться на орошение. По расчетам Н. М. Решеткиной, по главным гидрогеологическим бассейнам подземных вод Узбекистана (Ферганскому, Голодностепскому, Зерафшанскому и др.) ежегодно возобновляемые (динамические) запасы верхнего яруса подземных вод составляют 21710 млн. м³ (690 м³/сек), а эксплуатационные — 11340 млн. м³ (360 м³/сек).

Затраты на строительство и эксплуатацию дренажа могут быть разными, что зависит от типа, габаритов и размера дренажа, способа производства работ. Наибольшие затраты в расчете на гектар дренируемой площади требуются на строительство закрытого горизонтального дренажа, но эксплуатационные расходы при этом могут быть наименьшими.

В сравнении с указанным дренажем удельные затраты (на гектар площади) на строительство вертикального дренажа значительно меньше, но эксплуатационные расходы при этом заметно возрастают. Тем не менее основное преимущество этого дренажа в том, что при нем в условиях наиболее трудных для рассоления земель может быть достигнут устойчивый и значительный мелиоративный эффект. Горизонтальный же дренаж в условиях тяжелых грунтов и большой напорности подземных вод во многих случаях не дает надлежащего понижения уровня грунтовых вод и рассоления почвогрунта или же требует большого увеличения его удельной протяженности.

* *
*

Сохранность и высокая работоспособность дренажа (открытого, закрытого и вертикального) возможны лишь при правильной его эксплуатации. Вопросы эксплуатации дренажа входят в общий комплекс задач эксплуатационной службы мелиоративных систем, включающего также эксплуатацию оросительной сети и сооружений на ней, насосные станции, поливную технику и др. Выполнить эти задачи своими средствами хозяйствам чаще бывает не под силу. В этой связи партия и правительство в 1976 г. приняли решение по переводу эксплуатации внутрихозяйственных мелиоративных систем на индустриальную основу, по созданию производственной базы ремонтно-эксплуатационных организаций и передачи этим государственным организациям внутрихозяйственных мелиоративных систем на полное их техническое обслуживание.

Часть третья

ОСВОЕНИЕ ЗАСОЛЕННЫХ ЗЕМЕЛЬ И ПЕСКОВ. БОРЬБА С ЭРОЗИЕЙ ПОЧВ И СЕЛЕВЫМИ ПОТОКАМИ

Глава X

ОСВОЕНИЕ ЗАСОЛЕННЫХ СОЛОНЧАКОВЫХ ПОЧВ

1. Районы и площади освоения солончаковых почв

В Средней Азии и Южном Казахстане освоение большой площади неиспользуемых переложных, залежных и целинных земель является большим резервом дальнейшего расширения орошаемого земледелия и увеличения валового производства сельскохозяйственной продукции.

Наиболее крупные объекты дальнейшего освоения земель, развития орошения и применения мелиораций расположены здесь в бассейнах рек Сырдарьи и Амударьи. Большая часть подлежащих освоению в этой зоне земель находится в районах засоленных солончаковых почв. Таковы почвы большинства неосвоенных пока земель в зоне Каракумского канала, в Голодной степи, Центральной Фергане, Каршинской степи, Сурхан-Шерабадской долине, низовьях р. Амударьи и других районах.

По имеющимся данным в бассейне Аральского моря, где расположены среднеазиатские республики, из намеченных к орошению в будущем 3,5 млн. га новых земель требуют проведения мер по предупреждению и борьбе с засолением и заболачиванием 2,6 млн. га (74,3%).

В прошлом в Средней Азии земли осваивали в зонах старого орошения, в небольших масштабах при разрозненном ирригационном строительстве и без должной увязки ирригационно-мелиоративных работ с работами по освоению новых земель, строительству объектов производственного и жилищно-бытового назначения. Это существенно снижало экономическую эффективность капиталовложений на мелиорацию и освоение земель, ограничивало рост сельскохозяйственного производства.

К началу 50-х годов возможности прироста орошаемых земель в районах старого орошения в основном были исчерпаны. Однако в пределах Средней Азии, особенно в Узбекистане и Туркмении, оставались огромные площади еще неиспользуемых пустынных и полупустынных земель и значительные водные ресурсы. Это наряду с возросшими экономическими возможностями государства предопределило разработку планов широкого освоения для орошаемого земледелия новых земель.

Большой объем работ по освоению земель был проделан в годы восьмой и девятой пятилеток (1966—1975 гг.). За годы восьмой пятилетки велось комплексное освоение земель, обеспечивающее выполнение не только ирригационно-мелиоративных работ, но и работ по строительству жилья, культурно-бытовых учреждений, ремонтных баз и т. д. Водохозяйственное строительство переводилось на индустриальную основу. Построенные комбинаты и заводы выдавали строителям сборный железобетон, гончарно-дренажные трубы, гипсопрокат, столярные изделия и др. Создавалась разветвленная сеть дорог и инженерных коммуникаций для подачи на целину воды, электроэнергии, природного газа.

Площади и объемы ирригационно-мелиоративных работ по освоению земель Средней Азии огромны. В Узбекистане в настоящее время наиболее крупным объектом освоения является Каршинская степь. Здесь земли первой очереди освоения составят 200 тыс. га, в перспективе же общая площадь освоения будет доведена до 900 тыс. га. Вода из Амударьи на орошение будет подаваться каскадом из 10 насосных станций по Каршинскому и Шорсайскому магистральным каналам длиной 380 км с головным расходом 420 м³/сек. Водоподача будет регулироваться Талимарджанским водохранилищем емкостью 1300 млн. м³ и Шорсайским водохранилищем емкостью 2500 млн. м³.

Решениями XXV съезда КПСС, XIX съезда Компартии Узбекистана предусмотрено значительное расширение в республике посевов тонковолокнистого хлопчатника, повышение его урожайности. Во исполнение этих решений в Каршинской степи создается новый крупный район по выращиванию тонковолокнистого хлопка, а также осуществляются меры по резкому увеличению его производства в Сурхандарьинской, Бухарской и Наманганской областях. В 1980 г. производство тонковолокнистого хлопка в республике должно быть доведено до 400 тыс. т, в том числе хозяйствами Сурхандарьинской области — 230, Кашкадарьинской — 126, Бухарской — 34, Наманганской — 10 тыс. т.

В Каршинской степи (рис. 84) на производстве тонковолокнистого хлопка специализируются Ульяновский, Касанский, Нишанский, Каршинский районы. Увеличиваются площади посевов тонковолокнистого хлопчатника: в 1971 г. они составили 18,9 тыс.; в 1975 г. — 22,3 тыс., в 1978 г. — 25,8 тыс. га. Значительно возросло производство хлопка: в 1975 г. его было сдано 55,3 тыс. т, за годы же девятой пятилетки 214,5 тыс. т.

В крупных масштабах орошение и освоение неиспользуемых целинных земель будет продолжаться в Голодной степи, а также в смежных с ней Джизакской и Фаришской степях. Источником орошения этих земель являются воды р. Сырдарьи и Кайракумского водохранилища. Общая орошаемая площадь в этой



Рис. 84. Схема орошения Каршинской степи:

1 — граница массива проектируемого орошения (900 тыс. га); 2 — первая очередь освоения (100 тыс. га); 3 — вторая очередь освоения (150 тыс. га)

зоне в итоге работ по ее освоению увеличится до 1 млн. га (рис. 85).

Джизакская степь — новый крупный район освоения целинных земель и развития хлопководства в южной предгорной части Голодностепской равнины. Проектная орошаемая площадь здесь составляет 183 тыс. га. На этой территории намечено создать 28 новых совхозов. Подача воды на орошение будет осуществляться каскадом насосных станций из Южного Голодностепского канала.

Крупным объектом освоения являются земли нижнего течения р. Амударьи, главным образом на территории Каракалпакской АССР и частью Ташаузской области Туркменской ССР. Свободный земельный фонд здесь составляет около 900 тыс. га. Орошение этих земель водами Амударьи проектируется на базе использования Тахиаташской плотины и строящегося Туямуянского гидроузла с водохранилищем емкостью 7,8 млрд. м³. Ввод в действие этих сооружений позволит расширить посев-



Рис. 85. Голодная и Джизакская степи

ную площадь в южной зоне Каракалпакской АССР на 100, а в северной — на 150 тыс. га (рис. 86).

Большие площади целинных земель будут освоены также в Шерабадской степи (Сурхандарьинской области), в Центральной Фергане, в долине р. Зерафшана и других районах.



Рис. 86. Схема расположения строящихся и проектируемых гидроузлов на р. Амударье

Освоение целинных земель Шерабадской степи началось в 1957 г. По климатическим условиям ее территория наиболее благоприятна для выращивания ценного тонковолокнистого хлопка. Производство такого хлопка здесь быстро увеличивается. За годы восьмой пятилетки его было получено 364 тыс., за девятую 665 тыс. т (на 82% больше). В 1976 г. было сдано 160 тыс. т хлопка, что составило почти 70% всего тонковолокнистого хлопка республики.

Значительно возрос удельный вес тонковолокнистых сортов от всех посевов хлопчатника (с 19,9% в 1965 г. до 34,2% в 1975 г.). Заметно повысилась урожайность тонковолокнистого хлопчатника. В благоприятном 1974 г. средняя его урожайность по области составила 35 ц/га.

Важное значение для ускорения освоения земель, повышения водообеспеченности и увеличения производства хлопка в Шерабадской степи имело сооружение в Сурхандарьинской области Южносурханского водохранилища, емкостью 800 млн. м³, 100-километрового Шерабадского машинного канала, а также 56-километрового магистрального канала Аму-Занг с двумя насосными станциями.

В Шерабадской степи освоено уже более 75 тыс. га целинных земель, в том числе за девятую пятилетку 42 тыс. га. Для дальнейшего увеличения производства хлопка намечено дополнительно освоить под посевы тонковолокнистого хлопчатника около 90 тыс. га земель.

В Туркменской ССР освоение земель будет продолжаться в зоне Каракумского канала, на Прикопетдагской равнине, в западных и юго-западных районах республики, а также в районах среднего и нижнего течения р. Амударьи. В зоне влияния Каракумского канала орошаемая площадь в ближайшие годы будет доведена до 600 тыс. га.

В Таджикской ССР новые земли осваиваются в Вахшской долине, Яванской и Оби-Киникской долинах, в Ленинабадской области и других районах. На базе самотечного и машинного орошения (из р. Вахш, р. Сырдарьи из Кайраккумского водохранилища, из верхнего бьефа Фархадской плотины и других источников) орошаемая площадь здесь будет увеличена на 300—400 тыс. га.

В Киргизской ССР значительные площади новых земель будут осваиваться на базе регулирования стока рек Чу, Таласа, горных речек, применения машинного орошения, использования больших ресурсов подземных вод. За счет этих мероприятий общая орошаемая площадь в республике может быть увеличена на 400 тыс. га.

Значительные площади новых земель орошаются и осваиваются в Южном Казахстане (в зоне Арысь-Туркестанского канала, казахской части Голодной степи, Кызыл-Ординской, Джамбульской областях и других районах).

Орошаемые земли Средней Азии и Южного Казахстана, а также земли возможного орошения и освоения на этой территории показаны на схематической карте (рис. 2).

Общая пригодная к орошению и освоению земельная площадь в пределах Средней Азии, южных и восточных районов Казахстана составляет около 14 млн. га. Однако водные ресурсы этой территории для освоения на ней указанных земель весьма недостаточны. Для увеличения водных ресурсов в круп-

ных масштабах ведутся работы по зарегулированию стока рек, строительству водохранилищ и плотин, борьбе с потерями воды, использованию на орошение грунтовых, дренажных и подземных вод. В перспективе намечается переброска в зону Средней Азии и Юго-Восточного Казахстана части стока сибирских рек.

Вовлечение и эффективное использование всех имеющихся ресурсов воды позволит республикам Средней Азии и Южному Казахстану довести в перспективе площадь орошения до 8,4 млн. га, в том числе по р. Амударье — 4,1, Сырдарье — 3,4, бессточным рекам — 0,9 млн. га.

2. Климатические и почвенно-мелиоративные условия районов освоения солончаковых почв

Районы освоения засоленных солончаковых почв характеризуются жарким, сухим климатом, значительной ветровой деятельностью. В летние месяцы высокие среднесуточные температуры (25,0—27,5°) и низкая относительная влажность воздуха (20—40%) вызывают большой расход воды на испарение как растениями, так и почвой, особенно при близком залегании грунтовых вод. Среднегодовые температуры воздуха — 11,8—13,6°, годовое количество атмосферных осадков от 80—100 до 200—300 мм, величина испаряемости достигает 1200—2100 мм в год.

Осваиваемые солончаковые почвы характеризуются большей частью тяжелым механическим составом, большим содержанием токсичных солей, низкой естественной дренированностью.

Почвенно-мелиоративные условия отдельных районов освоения засоленных земель различны. Они не одинаковы и в пределах каждого района. Покажем это на примере осваиваемых земель Голодной степи, Центральной Ферганы и Каршинской степи.

В пределах Голодной степи с меньшими затруднениями осваивают земля в ее южной предгорной области. Грунтовые воды залегают здесь глубоко (до 10—20 м и больше) и имеют хорошо выраженный отток. Большие трудности возникают при освоении целинных земель голодностепской лёссовой равнины. Равнина эта представляет собой слабодренированную область, с очень затрудненным оттоком грунтовых вод.

Значительная часть целинных земель имеет почвогрунты, верхние слои которых практически незасолены или засолены в слабой степени. Однако более глубокие слои засолены, причем количество легкорастворимых вредных солей с глубиной возрастает. Грунтовые воды залегают на глубине от 8 до 15—20 м (во впадинах и понижениях — до 3—5 м и больше). Во многих местах земли подвержены просадкам. Просадки происходят при

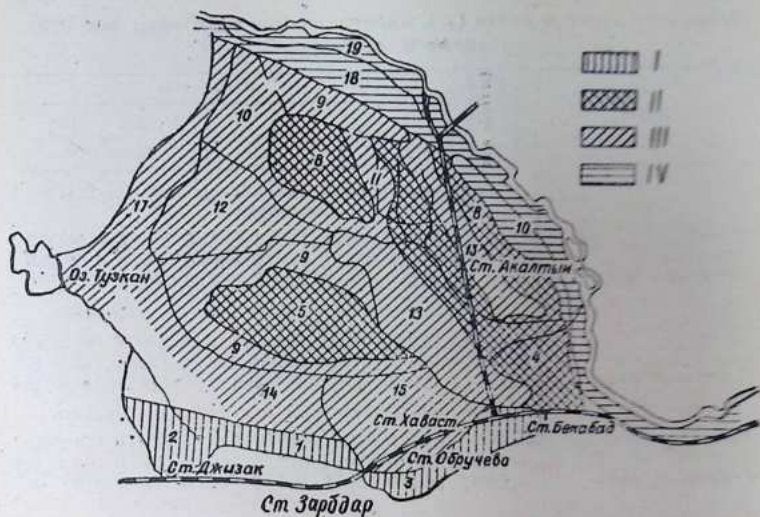


Рис. 87. Геоморфологические области Голодной степи (В. А. Ковда):

- I — область сухих дельт и конусов выноса; II — область древнеэрозионных водоразделов;
 III — область древнеаллювиальных депрессий и русел; IV — область современной долины р. Сырдарьи

увлажнении и оплывании грунта с большим содержанием пылеватых частиц.

Наиболее засоленные земли лёссовой равнины приурочены главным образом к древнерусловым впадинам и понижениям (урочище Джетысай, урочище Карой, Сардобинская впадина, Шурузякское понижение и др.).

В современной долине р. Сырдарьи (пойма, первая и вторая надпойменные террасы) почвенно-мелиоративные условия еще более неоднородны. Почвенный покров по сложению, механическому составу, степени засоления весьма пестр и мозаичен.

Не однородны условия осваиваемых земель и в Центральной Фергане. Эта территория представляет самую пониженную часть Ферганской долины, расположенную между р. Сырдарьей и Большим Ферганским каналом (БФК).

Почвенный покров Центральной Ферганы на большой площади представлен неосвоенными пока сероземно-луговыми, луговыми, лугово-болотными солончаковыми почвами, а также корково-пухлыми и пухлыми солончаками. На части площади имеются такыры и такырные почвы. Большая территория занята песками с грунтами различной степени засоления.

Засоление почвогрунтов различных осваиваемых массивов в основном сульфатное, в отдельных местах хлоридно-сульфатное и сульфатно-хлоридное (табл. 63).

Содержание солей в почве (%), минерализация грунтовых вод (г/л)
(данные К. А. Давня).

Объект	Горизонт, см (грунто- вые воды)	Плотный остаток	В том числе					
			HCO ₃	Cl	SO ₄	Ca	Mg	Na
Кызылтюбинский массив, сероземно-луговой солончак								
Почва	0—20	5,057	0,006	0,143	1,393	0,320	0,0120	0,373
Грунтовые воды	0—100	2,884	0,008	0,089	0,835	0,189	0,0100	0,228
	4,05	22,800	0,189	10,832	9,694	0,346	0,3760	0,550
Дамкульский массив, целина, луговая								
Почва	0—20	3,929	0,012	0,665	1,655	0,310	0,097	0,683
Грунтовые воды	0—100	1,934	0,016	0,267	0,894	0,132	0,043	0,339
	2,28	6,220	0,329	0,464	3,537	0,514	0,101	0,854
Западно-Язъяванский массив, целина, супесь								
Почва	0—20	1,510	0,018	0,010	0,778	0,256	0,004	0,661
Грунтовые воды	0—100	1,336	0,018	0,012	0,700	0,223	0,005	0,079
	3,00	5,160	0,152	0,120	2,909	0,505	0,319	—

Земли Кызылтюбинского и некоторых других массивов представлены в основном сероземно-луговыми глинистыми и тяжело-суглинистыми почвами, бедными органическим веществом. Грунтовые воды минерализованные, залегают большей частью на глубине 1,5—4 м.

Целинные почвы Дамкульского и других массивов — луговые, сильнозасоленные и солончаки, большей частью среднесуглинистого механического состава, с засоленными грунтовыми водами на глубине 1—1,8 м и больше. Почвы рыхлые, оструктуренные, богатые органическим веществом.

Западно-Язъяванский и некоторые другие массивы представлены бедными органическим веществом супесями и легко-суглинистыми почвами. По рыхлости сложения и водопроницаемости они занимают промежуточное положение между двумя первыми группами почв. Грунтовые воды засоленные, чаще на глубине 1,5—2,3 м.

Сложным и весьма неоднородным по природным условиям объектом освоения является Каршинская степь (рис. 84). Ее огромная территория (примерно 2,75 млн. га) весьма различна по геоморфологическим и литологическим условиям, строению и фильтрационным свойствам почвогрунтов, гидрогеологическим и почвенно-мелиоративным условиям. В ее пределах имеются подгорные покаты равнины, разновозрастные аллювиальные террасы, конусы выносов рек, останцевые плато и обширные депрессии. В зависимости от условий рельефа, дренированности территории, режима орошения грунтовые воды

залегают на глубине от 1—5 до 15—30 м и глубже. Минерализация их по сумме солей находится в пределах от 1—3 до 5—15, в депрессиях — до 15—30 г/л и больше.

Различия природных условий Каршинской степи обусловили большое разнообразие ее почв. Подгорные части степи заняты почвами сероземного пояса (типичные и светлые сероземы), а низменные равнины — почвами пустынной зоны. В пустынной зоне наибольшее распространение имеют серо-бурые и такырные почвы. Имеются также такыры. Значительные площади представлены пустынно-песчаными и супесчаными почвами. В гидроморфных условиях распространены солончаки, луговые, сазовые, а также пойменно-аллювиальные луговые и болотно-луговые почвы. Большие площади (до 175 тыс. га) заняты песками.

Почти все целинные почвы пустынной зоны и значительной части сероземного пояса, за исключением почв промываемых паводковыми водами, в той или иной степени засолены. Содержание и распределение по вертикальному профилю воднорастворимых солей сильно варьируют. Это зависит от механического состава почвогрунтов и гидрогеологических условий. Почвы сильно различаются также по механическому составу и водно-физическим свойствам.

Неоднородны почвенно-мелиоративные условия свободного земельного фонда и других крупных районов освоения земель в Средней Азии.

При достаточной водообеспеченности, правильном внедрении комплекса ирригационно-мелиоративных мероприятий все засоленные целинные и залежные земли, отличающиеся большим потенциальным плодородием, могут быть хорошо рассолены и окультурены, прочно освоены под посевы хлопчатника, кормовых и зерновых культур, а также под сады, виноградники, тутовые и другие насаждения.

Для успеха такого освоения земель важно учитывать различия их почвенно-мелиоративных условий, особенности каждого осваиваемого массива и участка (характер почвогрунта, его сложение, фильтрационные свойства, степень засоления и дренированности, состав солей, условия залегания и движения грунтовых вод, степень их минерализации и др.).

Указанные условия и особенности определяют целесообразный способ освоения земель, наиболее эффективные методы дренирования и рассоления почвогрунтов, способы подготовки почв к промывке, нормы промывки и другие мероприятия.

В производственной практике используют два основных способа освоения солончаковых почв: а) на дренированных участках осенне-зимние промывки с посевом на опресненных почвах сухоходольных культур (хлопчатник, джугара и др.); б) в дренажных условиях летняя промывка почв, совмещаемая с культурой риса.

3. Освоение солончаковых почв при осенне-зимних промывках

Главными мероприятиями при освоении солончаковых почв, определяющими успех их рассоления, являются: планировка полей, устройство дренажа для отвода промывных и грунтовых вод, проведение промывок почв от солей.

Ценным опытом освоения засоленных солончаковых почв располагает Центральная опытно-мелиоративная станция СоюзНИХИ (Голодная степь). При ее организации (1929 г.) территория станции представляла большой массив засоленных целинных и залежных земель близ Шурузякского коллектора. Поля станции имели неровный бугристый рельеф, были сильно засолены, поросли камышом. Часть территории занимали солончаки (рис. 88).

На опытном участке построили глубокий закрытый дренаж из гончарных труб (десять дрен и два коллектора). Водоприемником являлся магистральный открытый коллектор Шурузяк. Была переустроена оросительная сеть. Оросители расположили по середине между дренами, параллельно дренам. Это усилило рассоляющее действие дренажа при промывках. Были укрупнены поливные участки, проведена капитальная планировка полей, оросительная сеть обсажена деревьями.

На дренированных землях в осенне-зимний период проводи-

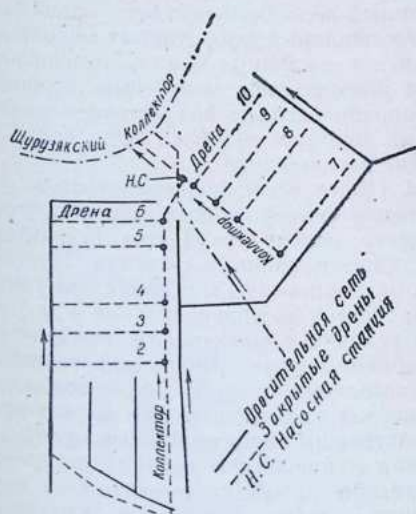


Рис. 88. Расположение оросительной и дренажной сети на Золотоординской опытно-мелиоративной станции (Голодная степь)

ди промывные поливы. При этом дренаж быстро понижал уровень залегания грунтовых вод, чем создавал благоприятные условия для вымыва солей из почвы. В зависимости от механического состава и степени засоления почв, а также глубины залегания грунтовых вод нормы промывки колебались от 4—5 до 8—12, иногда 15 тыс. м³/га. Почвогрунты были хорошо опреснены на глубину 1,5—2,5 м. Содержание хлора в этой толще было уменьшено с 0,20—0,35 до 0,01—0,015%. Грунтовые воды также были опреснены, но в меньшей степени, чем дренажные.

Внедрение всего комплекса мелиоративных мероприятий (планировка, дренаж, промывка), наряду с выращиванием пропашных культур с посевами люцерны и улучшением агротехники позволило станции рассолить и окультурить земли, непрерывно повышать плодородие почв и урожайность сельскохозяйственных культур. Так, если в 1932—1935 гг. урожай хлопка-сырца на станции были 6—8,5 ц/га, то в дальнейшем они составили: в 1936 г.—23,8, в 1938 г.—29,6, в 1940 г.—38,0 ц/га. На отдельных участках, площадью в 2,5—3 га, урожайность хлопчатника была повышена до 45—50 ц/га.

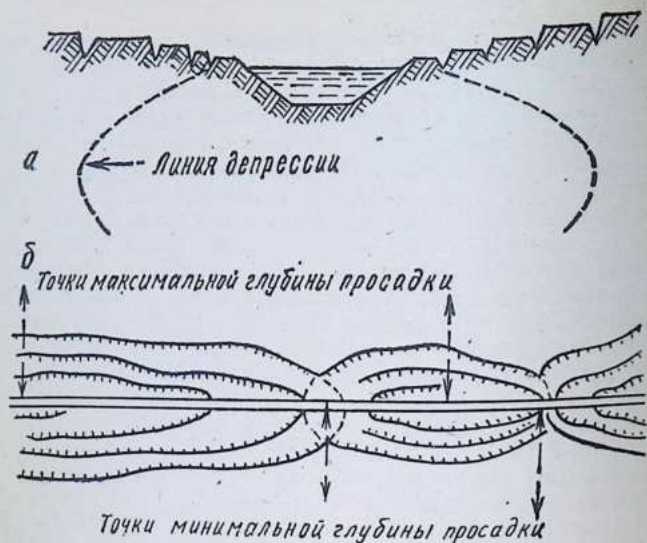
Опыт работы станции показал, что при правильном проведении мелиоративных и агротехнических работ даже самые худшие, сильно засоленные тяжелые земли в течение двух-трех лет можно превратить в высокоплодородные, культурные поля.

Освоение засоленных залежных и целинных земель складывается из двух основных этапов: 1) ирригационно-мелиоративной подготовки земель (устройство оросительной, коллекторно-дренажной сети, постройка на них водорегулирующих сооружений, лотков, мостов, проведение капитальной планировки участков и др.); 2) собственно хозяйственного освоения (включение осваиваемых земель в сельскохозяйственное использование после промывки их от солей и проведение посевов).

При ирригационно-мелиоративной подготовке земель важно предусмотреть мероприятия по предотвращению или наибольшему ослаблению вредного действия возможных просадок целинных лёссовых земель. Просадки таких земель образуются на большой площади при самоуплотнении и оседании почвогрунта при его сильном увлажнении. Оседание вызывается оплыванием и разрушением многочисленных землеройных ходов и пустот от сгнивших корней растений. В результате общая порозность почвогрунта уменьшается и происходит просадка в виде впадин, блюдца и т. д. (рис. 89).

В образовании просадок возможно участие и воднорастворимых солей. Увлажнение почвы, растворение и выщелачивание солей, если кристаллы их участвуют в строении почвенной структуры, могут нарушать прочность сложения почвы и вызывать ее осадку.

При сильно выраженных просадках вокруг понижений появляются концентрические трещины, причем блюдца превра-



ис. 89. Схема образования (а) и планового расположения (б) просадок на канале

щаются в воронки. При просадках оросительной сети на дамбах каналов, после пуска воды, появляются характерные трещины (рис. 89). Ширина их по верху составляет 5—10 см. За дамбой канала, на самой целине, образуется вторая линия трещин, менее значительных. Просадки приводят к прорыву дамб, повреждению сооружений.

В Голодной степи наибольшая величина просадок в первый год орошения достигала обычно 0,4—0,5 м, окончательные — до 1 м и больше. Просадки тем больше, чем глубже залегают грунтовые воды. При близком их залегании (порядка 2,5—3 м) или при близких прослойках песка просадки имеют незначительную величину. В других районах наибольшая глубина просадок достигала иногда 2 м, а глубина проникновения трещин 5—7 м и больше.

На грунтах, подверженных просадкам, должны строго соблюдаться соответствующие технические правила постройки каналов и сооружений, а также проводиться с осени специальная замочка оросительной сети перед ее эксплуатацией. Периодически необходимо тщательно планировать земли для устранения возникающих деформаций их поверхности.

Работы по освоению земель начинают с расчистки их от сорной травянистой и кустарниковой растительности (если она имеется). После этого занимаются устройством оросительной и коллекторно-дренажной сети, при котором осваиваемую пло-

щадь разделяют на поливные участки и затем проводят их капитальную планировку.

При проведении планировки пониженные места поля, засыпаемые грунтом с повышений и забугрений, должны быть предварительно глубоко разрыхлены. При отсутствии рыхления проникновение промывной воды через рыхлый, навезенный слой в нижележащий, характеризующийся обычно плотным сложением, будет сильно затруднено.

Все места срезок должны удобряться повышенными нормами органических (навоз, компост), а также минеральных удобрений.

Осваиваемые земли после капитальной планировки под влиянием промывок и орошения подвергаются деформации поверхности. Это вызывает необходимость проведения повторной планировки полей, но с меньшим объемом земляных работ. Должна ежегодно проводиться также легкая текущая планировка земель.

Агротехническую подготовку земель к промывке ведут различно, что зависит от конкретных условий.

На задернелых аджириконе (*Cynodon dactylon*) внутрихозяйственных перелогох перед промывкой необходимы лущение дернины многокорпусным плугом со снятыми отвалами, а затем глубокая вспашка с последующей поверхностной обработкой почвы.

Иной подготовки требуют осваиваемые залежные и целинные земли с хорошо развитым покровом карелинии (*Karelinium caspica*), лебеды (*Atriplex hastatum*), кермека (*Limonium otolepis*) и другой дикой растительности. Земли эти отличаются очень большой порозностью почвогрунта, так как они пронизаны множеством ходов землероев, насекомых, отмерших корней и т. п. Такие земли, вслед за уборкой сорняков и планировкой участков, следует промывать после глубокой вспашки, боронования и малования почвы. Размельчение и уплотнение почвы здесь необходимо с целью устранения многочисленных крупных пор и уменьшения скорости фильтрации воды. Если этого не сделать, то вода при промывке буквально проваливается вглубь, не успевая вымывать соли, но вызывая большой подъем грунтовых вод. При промывке же по уплотненной почве эффективность выщелачивающего действия воды значительно повышается. Так, в опыте на Центральной мелиоративной станции в Голодной степи были получены следующие результаты (табл. 64).

Тщательная обработка и уплотнение почвы однако не нужны на сильно засоленных целинных землях с пухляком солей на поверхности и скудным покровом растений — солянок. Опыт показал, что почвы таких земель после вспашки, обработки бороной и малой сильно распыляются, водопроницаемость их резко снижается. При промывке вода очень слабо проникает в почву

Влияние способа обработки почвы на вымыв солей
(И. С. Рабочев)

Горизонт почвы, см	Хлора в почве, %			
	до промывки	после промывки		
		по залежи без обработки поч-вы	по вспаханному фону	по уплотненно-му после вспашки полю
0—20	0,513	0,086	0,072	0,017
20—40	0,252	0,130	0,090	0,008
40—60	0,160	0,153	0,168	0,092
60—80	0,129	0,200	0,155	0,140
80—100	0,132	0,149	0,144	0,137
0—100	0,239	0,143	0,126	0,079
К исходному количест- ву, %	100,0	60,0	52,7	31,4
Вымыв, %	—	40,0	47,3	68,6

и она рассоляется крайне медленно и недостаточно. Гораздо лучшие результаты дает промывка по не вспаханной почве полей, не требующих планировки. В случае планировки, вызывающей уплотнение почвы, промывать следует после вспашки с одновременным боронованием, но без малования почвы.

Установлено, что на засоленных землях с подпахотным сильно уплотненным, гипсированным слоем промывка по фону обычной обработки почвы (вспашка) не дает удовлетворительного эффекта. Почва рассоляется совершенно недостаточно, всходы не удается получить или же они в раннем возрасте погибают.

Если же вспашка проводится с последующим разрушением уплотненного слоя глубокорыхлителем ГР-2,7 (на глубину до 50 см и больше, в зависимости от местоположения уплотненного слоя), то обеспечивается более глубокое и значительное рассоление почвы и получается более высокий урожай (табл. 65).

Осваиваемые солончаковые почвы и солончаки следует промывать способом затопления делянок (чеков) площадью 0,10—0,30 га, без сброса и перепуска воды с делянки на делянку. Выполнение этого требования связано, однако, с увеличенными затратами труда и средств на устройство частой сети временных оросителей (ок-арыков), их последующее заравнивание, а также на регулирование подачи воды раздельно в чеки. Особенно значительны эти затраты при малых размерах чеков и больших нормах промывки.

Большое значение имеет поэтому разработка и применение в Голодной степи новых способов капитальной промывки: по крупным чекам и по цепочкам небольших чеков*.

* Техника проведения таких промывок и особенности применения при этом дренажа изложены в журнале «Хлопководство» № 3, 1971 г. и № 11, 1973 г., в журнале «Гидротехника и мелиорация» № 2, 1973 г.

Влияние глубины рыхления и способа промывки сильнозасоленной почвы (Ферганская опытная станция, А. З. Мингалиева)

Вариант опыта	Содержание солей в слое 0—100 см				Урожай хлопка, ц/га	
	в 1-м году перед промывкой, %		во втором году, после промывки, % к исходному содержанию			
	плотный остаток	хлор (Cl)	плотный остаток	хлор (Cl)	1-го года	2-го года
<i>Промывка по бороздам</i>						
Вспашка	3,840	0,156	66,4	42,7	12,3	17,9
Вспашка + рыхление 50 см	3,711	0,162	63,8	67,5	16,1	23,0
Вспашка + рыхление 80 см	3,126	0,167	51,8	28,8	16,7	20,7
<i>Промывка затоплением</i>						
Вспашка	2,989	0,127	78,2	12,6	18,4	30,2
Вспашка + рыхление 50 см	3,193	0,134	44,3	5,9	21,3	37,1
Вспашка + рыхление 80 см	3,577	0,168	51,8	13,0	22,3	36,7

Примечание. Первый год опыта — промывка с 6.XII по 22.II, нормой 6500 м³/га, второй год опыта — промывка с 16.XII по 8.III, нормой 6800 м³/га.

Первый способ применяют при малых уклонах, площадь чека при этом составляет 5—7 га. Пропускается вода из чека в чек при затоплении их до определенной высоты автоматически с помощью временных водовыпусков. Второй способ широко используется при значительных уклонах и малых коэффициентах фильтрации почвы, площадь каждого чека 0,05—0,25 га. Промывку при этом удобно совмещать с возделыванием культуры риса. При обоих способах промывки значительно снижаются затраты на их проведение и достигается достаточная равномерность рассоления промываемых участков.

Промывка осваиваемых земель должна проводиться в наилучшие осенние и раннезимние сроки (до наступления сильных морозов). Поэтому промывку сильнозасоленных земель при больших затратах воды нужно начинать не позже сентября.

В первый год освоения минимальной глубиной рассоления (по хлору до 0,015—0,02%, верхних горизонтов до 0,01% и меньше) является метровый слой почвы.

Примерные нормы промывки для достижения такого результата при различной водопроницаемости почвы и интенсивности действия дренажа приведены в табл. 66.

Норма промывок засоленных осваиваемых земель

Балл засоления	Степень засоления почвы	Хлора в метровом слое почвы, % к весу	Промывных поливов	Общая норма промывки, м ³ /га		
				легкие почвогрунты	средние почвогрунты	тяжелые почвогрунты
I	Очень слабая	0,02—0,04	1—2	1800—2000	2000—3000	3000—4000
II	Слабая	0,04—0,1	1—3	2000—3000	3000—5000	4000—7000
III	Средняя	0,1—0,2	2—4	3000—5000	5000—7500	7000—11000
IV	Сильная	0,2—0,3	3—6	5000—7500	7500—11000	11000—15000
V	Солончак	0,3—0,4 и больше	4—8	7500—10000	11000—15000	15000—20000

При проектировании капитальных промывок в большинстве случаев назначают нормы 10—30 тыс. м³/га и более.

Норма отдельного промывного полива (при размере промываемых делянок 0,15—0,25 га) — 2000—2500 м³/га. На почвах с уплотненным подпахотным слоем, не разрушенным глубокорыхлителем, ее целесообразно повышать до 3000—4000 м³/га.

При промывке сильнозасоленных земель и солончаков число промывных поливов может доходить до 5—6 и более. Лучшие результаты получают, когда между первым и вторым, вторым и третьим поливами проходит один-два дня (после окончания впитывания воды в почву). Между последующими поливами такие перерывы следует увеличивать до трех-семи дней.

С увеличением числа промывных поливов и общей нормы промывки все более возрастает глубина и степень рассоления почвы. Динамика вымыва солей из почвы (рис. 90) показывает на сравнительно быстрый ход мелiorации почвы по глубине и степени ее рассоления.

Значительно трудней и медленнее поддаются опреснению грунтовые воды. Для этого необходима интенсивная работа дренажа, соблюдение промывного режима орошения (повышение на

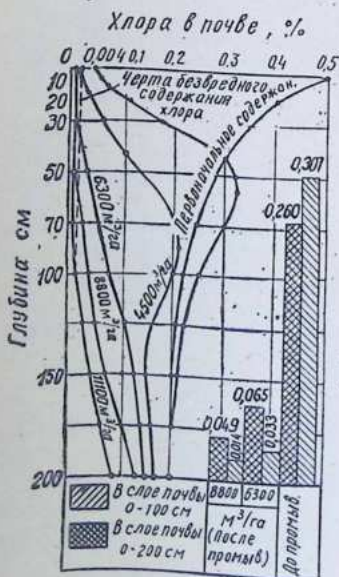


Рис. 90. Динамика вымыва хлора из почвы при промывках (М. С. Есипов)

20—30% по сравнению с расчетной вегетационной оросительной нормы), применение регулярных осенне-зимних промывных поливов.

Все промытые земли ранней весной должны быть тщательно заборонены. Это предотвращает большие потери влаги на испарение, вызывающие реставрацию засоления почвы.

При освоении засоленных земель очень важно выбрать культуры-освоители в первые годы посева. При раннем окончании промывки освоение хорошо начинать с покровных посевов озимых зерновых (ячмень, рожь) совместно с шадбаром или викой, с уборкой этих культур на зеленый корм или силос. После этого могут быть посеяны пропашные культуры.

Хорошей культурой-освоителем является люцерна (в чистом виде или в смеси с покровом ячменя). Однако в связи с очень малой солеустойчивостью люцерны ее следует высевать на почвах, верхние горизонты которых достаточно хорошо опреснены.

Основные, хорошо промытые площади, должны засеваться хлопчатником. На участках, недостаточно рассоленных, не следует высевать кукурузу, так как она мало солеустойчива и легко выпадает. Такие участки можно занимать лишь солеустойчивыми культурами (столовая, кормовая и сахарная свекла, джугара, подсолнечник). Подсолнечник и сорго (джугару) целесообразно высевать на силос.

4. Освоение солончаковых почв культурой риса

Освоение засоленных земель с помощью культуры риса, при летней промывке почв от солей, применяют многие хозяйства. Такой способ при правильном его осуществлении дает большой мелиоративный и хозяйственный эффект. Особенно выгоден он на тяжелых, сильнозасоленных землях, требующих больших норм промывки.

Главные преимущества его заключаются в следующем:

- рассоление осаждаемых участков совмещается с выращиванием ценной продовольственной культуры — риса;

- промывка ведется в теплое время года, при повышенных температурах воды и почвы. Это способствует лучшему растворению солей (особенно сульфатных) и более значительному их вымыву;

- при интенсивном дренаже рисовых участков, получающих большую оросительную норму, достигается глубокое рассоление почвогрунта и верхнего слоя грунтовых вод.

При обычных осенне-зимних промывках сильнозасоленных земель и солончаков не всегда удается проводить их достаточно большой нормой. Поля поэтому остаются недопромываемыми, происходит выпадение значительной части неходов и молодых растений, почвы в течение лета и осени вновь сильно засоляются.

Следует, однако, подчеркнуть, что рисосеяние без совка-

ния необходимых мелиоративных требований может ухудшить мелиоративное состояние земель и причинить значительный хозяйственный ущерб.

Так произошло в 1950—1953 гг. в Голодной степи на землях Шурузякского массива, где высевали рис с целью освоения сильнозасоленных залежных и переложных земель. При этом фактические площади посевов риса намного превысили допущенные. Рисовые посевы были разбросаны на многих участках. Значительная их часть находилась в условиях недостаточного отвода грунтовых вод дренажем или неустойчивых плавунных грунтов. Дрены и коллекторы не имели защитных неорошаемых полос, переполнялись сбросной водой с рисовых посевов. Вода в коллекторах «Железнодорожный», «Кендык», «Шурузяк» зачастую выходила из берегов. Все это вызвало неблагоприятные последствия. Переполнение коллекторно-дренажной сети водой резко снизило ее дренирующее действие и в отдельные периоды сводило его к нулю. Коллекторы и дрены вместо понижения уровня залегания грунтовых вод оказывали подтапливающее влияние на большую площадь прилегающих земель, вызывая на ней подъем грунтовых вод, усиление засоления почв, увеличение изреженности посевов и т. д. Из-за отсутствия защитных полос вдоль коллекторов и дрен, сброса в них воды без предохранительных устройств были многочисленные случаи порчи и разрушения коллекторов и дрен.

Таким образом посевы риса с целью рассоления и освоения засоленных земель можно производить лишь при строгом соблюдении мелиоративных требований. Участки с посевами риса должны иметь достаточно развитую дренажную сеть с глубиной постоянных дрен 2,5—3,5 м и расстоянием между дренами 200—400 м, что зависит от почвенно-мелиоративных условий. При освоении сильнозасоленных участков в первые два года кроме постоянного глубокого дренажа следует использовать также вспомогательный временный мелкий дренаж (глубиной 1—1,2 м, при междренних расстояниях 50—100 м). Временные дрены, при более значительных расстояниях, могут быть и боковыми.

Постоянные дрены должны иметь по обеим сторонам защитные полосы. Это предотвратит оплывание их откосов, особенно в первые годы освоения, пока откосы не задернутся или закрепятся корневой системой высаживаемых деревьев. До закрепления откосов они не должны засеиваться и орошаться. Ширина защитных полос бывает различная — на осваиваемых землях от 6—8 до 12—15 м. Это тоже зависит от глубины дрен (коллекторов) и механического состава грунтов.

При проточном орошении риса для предотвращения размыва откосов дрен и коллекторов места сброса в них воды следует оборудовать специальными приспособлениями (консольные лотки или трубы).

В дренажной сети не должны допускаться высокие перепады воды. Если такие горизонты существуют, то необходимо проводить откачку дренажной воды и организовать для полива естественных культур. В чистом виде (при минерализации по плотному остатку до 3—4 г/л) дренажную воду можно использовать и на поливы самого риса.

Нельзя высевать рис мелкими разбросанными участками. Чем меньше площадь рисового участка, тем относительно больше площадь его возможного влияния на подъем грунтовых вод. Поэтому рис нужно высевать крупными массивами на более низких по рельефу землях.

Учитывая слабую солеустойчивость риса, для его развития необходимо создавать определенные условия, а именно: перед севом тщательно планировать и предварительно промывать почву от солей. Продолжительность промывки должна быть не менее пяти-десяти дней. Способ промывки — затопление делянок размером 0,10—0,25 га, на инженерных рисовых системах также затоплением, только чеки (участки) здесь крупные, величиной 2—3 га каждый.

В производственных условиях на осваиваемых засоленных землях рис орошают обычно способом непрерывной подачи воды по чекам, при общей норме орошения (брутто) до 40—60 тыс. м³/га и больше и сброса 20—40% и больше проточной воды.

Между тем результаты исследования в Голодной степи и Ферганской области показали на возможность уменьшения оросительных норм риса, и особенно сброса воды без снижения урожая путем изменения режима орошения рисовых участков.

Опыты в Голодной степи проводились на дренированных участках с сероземными, тяжело сульфидными, плотного сложения почвами. Засоление почв — сильное и очень сильное (солончак). Грунтовые воды до промывки на глубине 1,5—2,5 м.

В опытах прерывистый режим орошения (16 дней орошение, 5 дней перерыв) дал наилучшие результаты по экономии поливной воды и урожаю риса. Наилучшие показатели получены при непрерывном орошении «пелюшек», путем переноса воды из чека в чек (табл. 67).

При прерывистом режиме орошения (поливка в течение 10 дней и перерывы в 5 дней) было обеспечено лучшее рассоление почвогрунта и грунтовых вод (табл. 68).

При интенсивном дренаже рис можно выращивать без сброса воды. В этом случае уменьшается расход воды на полив, уменьшается оросительная вода и экономится норма орошения риса, устраняется опасность подтопления рисовых полей на прилегающие земли.

При возделывании риса без сброса воды наилучшие результаты были получены при норме полива 15—20 тыс. м³/га, глубина полива 1,5—2 м и больше. Их следует довести до 40—50 тыс. м³/га. Если же сброс воды

Таблица 67

Нормы орошения и урожай риса (Центральная мелиоративная станция в Голодной степи, данные А. С. Эзафовича)

Показатель	Прерывистые поливы (10 дней орошение, 5 дней перерыв)	Прерывистые поливы (10 дней орошение, 10 дней перерыв)	Непрерывное орошение "де-почкой" (из чека в чек)
Оросительная норма (нетто), м ³ /га	21860	—	36260
Урожай риса, ц/га	12,4	15,3	10,6
Оросительная норма (нетто), м ³ /га	33450	35390	59380
Урожай риса, ц/га	22,2	19,0	22,7
Оросительная норма (нетто), м ³ /га	22540	29436	38972
Урожай риса, ц/га	42,2	29,6	19,3

Таблица 68

Рассоление почвогрунта и грунтовых вод при прерывистом орошении риса (10 дней орошение, 5 дней перерыв)

Оросительная норма (нетто), м ³ /га	Слой почвы, см	Хлора в почве, % (в грунтовой воде, г/л)		
		до орошения	после орошения	к исходному содержанию, %
21860	0—100	0,242	0,008	3,3
	100—200	0,187	0,039	20,9
	Грунтовая вода	6,890	2,137	31,0
33450	0—100	0,531	0,017	3,2
	100—200	0,288	0,022	7,6
	Грунтовая вода	15,870	6,619	41,1
22540	0—100	0,688	0,025	3,6
	100—200	0,293	0,062	21,2
	Грунтовая вода	10,481	2,848	27,2

ее сбросом необходимо, то этот сброс должен быть не больше 10—15% от поступления воды.

В практике освоения засоленных земель культурой риса отмечались случаи, когда после его посевов вновь быстро восстанавливалось засоление почвы. При этом посевы последующих культур сильно изреживались, а иногда и погибали.

Такие результаты однако являлись следствием не отрицательного влияния самого способа освоения земель через рис, а неправильного его использования в условиях совершенно недо-

статочного дренирования рисовых участков и большого сброса воды с них. В силу этого при орошении соли вмывались на небольшую глубину, минерализация же грунтовых вод оставалась значительной. Это и приводило к быстрой реставрации засоления почвы.

После уборки риса на хорошо дренированных участках спад грунтовых вод и физическая спелость почвы наступает довольно быстро. В этих условиях для закрепления рассоления и окультуривания почв осенью можно посеять озимый ячмень, который является одной из лучших культур-освоителей. Хорошими культурами-освоителями в первые два года могут быть также сорго (джугара) и суданская трава. На хорошо рассоленных почвах можно провести агротехническую подготовку их к посеву и основных культур орошаемого земледелия Средней Азии — люцерны и хлопчатника.

На всех освоенных при осенних или летних промывках землях для закрепления рассоления почв и их окультуривания необходимо выполнение комплекса агромелиоративных мероприятий — ползащитное лесонасаждение, освоение правильных севооборотов, применение эффективной системы обработки почвы, рационального способа, режима и размера орошения сельскохозяйственных культур и др.

5. Методы интенсивного дренирования и форсированного рассоления осваиваемых земель

При освоении сильнозасоленных солончаковых почв различают обычно два периода их мелиорации — промывной и эксплуатационный.

Задача первого периода — рассоление почвогрунта с помощью капитальной промывки и интенсивно действующего дренажа на глубину, обеспечивающую оптимальный для растений водно-солевой режим почвы; второго периода — поддержание этого режима применением агромелиоративных мероприятий на фоне значительно меньшей интенсивности действия дренажа. Продолжительность первого периода должна быть возможно короче, тогда как второго продолжается все время использования мелнируемых земель.

В первый период освоения засоленных земель удельная протяженность дренажа должна быть повышенной. Это достигается применением кроме постоянных глубоких дрен (открытых или закрытых) дополнительных временных глубоких или мелких дрен.

Для глубокого рассоления почвогрунта и опреснения грунтовых вод тип дренажа, расстояния между дренами и их расположение, а также способы промывки могут быть различными. Это определяется почвенно-гидрогеологическими и мелниоративными условиями осваиваемых земель. Но во всех случаях дре-

нажная сеть должна обеспечивать интенсивный отток минерализованных грунтовых и фильтрационных промывных вод с мелиорируемых участков.

Эффективным явился разработанный отделом мелиорации АЗНИИГиМ (Э. С. Варунцян с коллективом сотрудников) метод форсированной промывки засоленных земель с использованием постоянных и временных глубоких дрен. Метод этот испытан в производственных условиях восьми колхозов Мугано-Сальянской степи Азербайджанской ССР и был рекомендован для внедрения в мелиоративную практику.

При такой промывке первоначальное опреснение большой толщи почвогрунта и грунтовых вод (3—4 м) достигается в один сезон (за 60—100 дней) подачей большой нормы воды (30—40 тыс. м³/га) с быстрым отводом минерализованных грунтовых вод в глубокие дренажи. Глубина дрен 3—3,5 м, расстояния между ними в зависимости от фильтрационных свойств грунта 100—350 м.

На больших участках ввиду неравномерного расхода промывной воды в различном удалении от дрен наиболее выгодна двухтактная промывка: на прилегающих к дренам полосам, шириной 30—60 м осенне-зимняя под суходольную культуру, а на центральной полосе — летняя под рис (рис. 91). Двухтактная промывка ускоряет ход рассоления почвогрунта и грунтовых вод. Такая промывка снимает подпор для промывных вод центральной части междуренья (где дается большая норма промывки) и тем усиливает оттеснение солей к дренам.

Полосы суходольной культуры, во избежание их подтапливания при орошении риса, следует отделять от рисового посева временными дренами. На рассоленных таким образом участках временные дренажи устраняют, оставляемые же постоянные глубокие (разреженные) дренажи переоборудуют в закрытые.

Метод форсированной (коренной) промывки засоленных земель при их освоении проверялся ВНИИГиМ в Голодной степи в совхозе № 4 (Е. Г. Петров и др.).

Промывались почвы с исходным содержанием солей в верхних слоях почвы 0,7—0,8%.

Дренажи открытые, глубиной 3,0—3,5 м, с расстоянием между ними 300 м. Между глубокими дренами были проложены (через 30—40 м) временные мелкие дренажи, глубиной 0,7—0,8 м. Испытывалась промывка и без временных дрен. Промывка проводилась в летне-осенний период общей нормой 64,0—76,5 тыс. м³/га.

Опыт подтвердил возможность при форсированной про-



Рис. 91. Схема расположения посевов при двухтактной форсированной промывке



Рис. 92. Запас вредных солей в почвогрунте до и после промывки нормой 64 тыс. м³/га (ВНИИГиМ, 1963)

мывке добиться коренного рассоления почвогрунта в течение одного сезона. В результате промывки (норма 64 тыс. м³/га) рассоление почвогрунта ниже критического предела (по плотному остатку меньше 0,3%, по хлору меньше 0,01%) произошло на глубину 4 м (рис. 92). Верхний метровый слой грунтовых вод был опреснен с 16,4—26,7 до 2,5—11,8 г/л. Урожай хлопка-сырца в первый же год после промывки составил 23,3 ц/га. Было установлено также, что при наличии глубокого дренажа проведение коренной промывки возможно и без устройства дополнительных временных дрен.

Метод форсированных промывок засоленных земель, разработанный АзНИИГиМ, нельзя рассматривать как универсальный и наиболее эффективный для всех почвенно-мелиоративных условий. В частности для сильнозасоленных тяжелых грунтов с плохими фильтрационными свойствами и близким залеганием высокоминерализованных грунтовых вод институтом почвоведения и агрохимии МСХ УзССР (А. И. Калашников с сотрудниками) рекомендован способ капитальной «боковой» промывки с использованием мелкого дренажа особого типа.

При такой промывке дренаж представляет собой сочетание глубоких дрен с системой временных приточно-отточных промывных устройств. Приточными устройствами (источниками пресной воды) являются тупиковые каналы типа ок-арьков, временных мелких дрен или же обвалованных затопляемых полос, шириной 5—20 м. Отточные устройства — временные дренажи, глубиной около 1 м.

Фильтрационные потоки, формирующиеся при промывке между положительными (приточными) и отрицательными (отточными) элементами, служат средством вытеснения солевых растворов из почвогрунта за пределы мелиорируемой площади. Чем глубже отточные дренажи и больше разность горизонтов во-

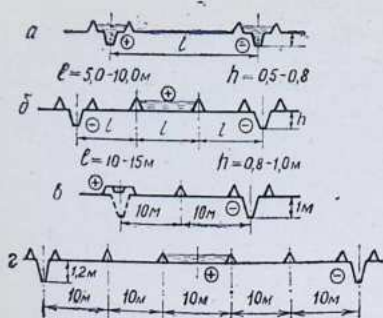


Рис. 93. Размещение приточно-отточных устройств при различных вариантах боковой промывки (А. И. Калашников)

ды в приточно-отточных устройствах, тем больше промывной напор и лучше результаты промывки.

В зависимости от условий размещения приточно-отточных устройств расстояния между ними могут быть разными. Различными являются и конкретные варианты боковой промывки, например (рис. 93): одноступенчатая из канала в канал (а); одноступенчатая из обвалованной полосы в канал (б); двухступенчатая промывка (в); двухступенчатая из обвалованной полосы в канал (г) и др.

Процесс промывки подразумевает такие операции: 1) заполнение приточного канала или обвалованной полосы водой, 2) промывка с поверхности всей площади между приточно-отточными устройствами с целью осадки солей из поверхностных слоев почвы в более глубокие, 3) боковое вытеснение солевых растворов и верхних слоев минерализованных грунтовых вод путем непрерывной подачи воды в приточные каналы или на приточные полосы (основная операция), 4) допромывка всей мелиорируемой площади с поверхности.

При двухступенчатой промывке после первой предварительной операции дважды (на площади первой, а затем второй ступени) повторяются те же операции (2, 3, 4), что и при одноступенчатой промывке.

В случае летней промывки ее целесообразно совмещать с культурой риса на центральных приточных полосах (варианты промывки б, г) или на двух полосах, прилегающих к приточному каналу (вариант промывки в). Посевы риса занимают при этом 20—50% осваиваемой площади.

По расчетам А. И. Калашникова для боковой промывки при глубоком рассолении почвогрунта (на глубину 5 м и больше) требуется общий расход воды в 30—50 тыс. м³/га, с затратой 3—5 месяцев, при средней норме 4—8 га на одного опытного поливальщика.

Боковая промывка дает хороший эффект на сильнозасоленных землях, при уровне залегания грунтовых вод до 4 м. На слабозасоленных почвах, а также при глубоком залегании грунтовых вод (глубже 4 м) метод этот не рекомендован.

В производственной практике при двухстадийной системе освоения земель, в первый (промывной) период освоения неред-

ко применяют капитальные промывки большими нормами воды (10—20 тыс. м³/га и больше). Такие промывки имеют свои преимущества, но их отличают и существенные недостатки. Так, в исследованиях, проведенных в голодностепских целинных совхозах №№ 4, 5, 6 (В. А. Духовный с сотрудниками) отмечалось сильное уплотнение и обесструктурирование почв, заметное ухудшение их агрофизических свойств, значительный вымыв питательных веществ. В связи с этим, несмотря на рассоление почвы ниже порога токсичности солей (0,01—0,02% по хлор-иону) темпы роста урожайности были в два-три раза ниже, чем на слабо- и средnezасоленных землях, не проходящих капитальной промывки.

При учете этого в настоящее время наметился переход от двухстадийного освоения сильнозасоленных земель к более рациональному трехстадийному: промывной период, переходный и эксплуатационный. В промывной период капитальные промывки проводятся сниженными (в 1,5—2 раза) нормами воды. Рассоление распространяется на глубину 50—60 см не до нижнего, а несколько выше нижнего порога токсичности (до 0,04—0,05% по хлор-иону). После этого высевают культуры-мелиоранты (джугара, суданская трава, шабдар и др.). В переходный период в течение ряда лет в условиях промывного режима орошения и высококачественной агротехники, применения органических и минеральных удобрений продолжается дальнейшее углубление рассоления и окультуривание почв. При этом высеваются указанные выше культуры-освоители или же солеустойчивые сорта хлопчатника.

Глава XI

УЛУЧШЕНИЕ СОЛОНЦЕВАТЫХ И ОСВОЕНИЕ ТАКЫРОВЫХ ПОЧВ

1. Улучшение солонцеватых почв

Среди орошаемых, а также осваиваемых земель пустынной зоны и сероземного пояса Средней Азии встречаются земли с почвами в той или иной степени солонцеватыми. Такие почвы имеются в Бухарской области, в Каршинской степи, в Чарджоуском оазисе, в зоне Арысь-Туркестанского канала и других районах.

Солонцеватость почв наблюдается обычно в виде солонцеватых пятен, незасоленных или засоленных, расположенных среди несолонцеватых почв. По механическому составу пятна эти могут быть разные: глинистые, суглинистые, суглинистые с супесчаными и песчаными прослойками в первом-втором метрах почвы и др.

Солонцеватые (солонцовые) почвы содержат в поглощающем комплексе повышенное количество обменного натрия. В почвенном растворе таких почв, при обычно малом содержании солей кальция и других воднорастворимых солей, ион натрия значительно превалирует над ионом кальция.

При большой солонцеватости почвы возможно возникновение высокой щелочности почвенного раствора, при которой растения сильно страдают или погибают. Чаше же солонцеватость проявляется в виде образования неблагоприятного уплотненного подпахотного горизонта почвы, имеющего малую водопроницаемость, повышенную дисперсность и щелочность.

По исследованиям в Бухарской области солонцеватые почвы орошаемых здесь земель имеют в поглощающем комплексе ряда горизонтов почвы довольно значительное количество натрия, от 5 до 10% суммы поглощенных оснований (табл. 69).

Таблица 69

Состав поглощенных оснований солонцеватых луговых почв Бухарской области (данные Ю. П. Лебедева и И. Н. Фелицианта)

№ разреза и его местоположение	Глубина, см	Сумма оснований (Мг экв. на 100 г почвы)	В том числе				в процентах от суммы оснований
			Ca	Mg	K	Na	
Разрез 7 Бухарский оазис, район г. Гиждувана	0—24	7,98	4,54	2,88	0,43	0,13	1,6
	25—42	9,40	4,79	3,62	0,43	0,56	6,0
	50—60	8,57	3,64	3,86	0,51	0,56	6,5
	80—90	6,33	2,64	2,88	0,38	0,43	6,8
Разрез 19 Каракульский оазис, район г. Каракуля	0—19	6,15	5,09	0,41	0,43	0,22	3,6
	19—43	7,59	5,79	1,07	0,51	0,22	2,9
	50—60	9,51	5,84	2,63	0,56	0,48	5,0
	80—90	8,44	2,89	3,86	0,56	1,13	13,4

Почвы эти характеризуются рядом отрицательных свойств: щелочной реакцией почвенного раствора, высокой плотностью и крайне низкой водопроницаемостью (1—2 мм в час и меньше), глыбистостью пашни. В силу этого создаются неблагоприятные условия для развития сельскохозяйственных растений, значительно снижается их урожай.

Для улучшения и окультуривания солонцеватых почв необходимо удалить из их поглощающего комплекса избыточное количество натрия и заменить его кальцием, устранить или понизить щелочность почвенного раствора, улучшить их неблагоприятные физические свойства. Добиться этого можно при обогащении почвенного раствора ионом кальция. В этом случае кальций, как химически более активный катион, вытесняет из почвенного поглощающего комплекса натрий. Кальций обладает способностью коагулировать коллоидально расплывшие частицы почвы, содействуя образованию ее микроструктурных комочков и, следовательно, улучшению ее физических свойств.

Если значительная солонцеватость отмечается в верхних горизонтах почвы, а более глубокие ее слои являются засоленными, то, кроме устранения солонцеватости почвы, необходимо удаление из нее промывкой и вредных воднорастворимых солей.

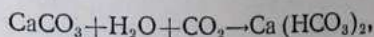
В зависимости от степени солонцеватости почв могут быть применены различные способы их улучшения и освоения: агротехнические, биологические, химические.

Из агротехнических способов улучшения солонцеватых почв можно отметить: глубокую вспашку на перегар (шудгар), пескование, внесение навоза, а также кислых и физиологически кислых удобрений, как суперфосфат и сульфат аммония.

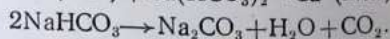
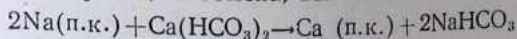
На осваиваемых землях на перегар пашут в начале лета с целью воздействия на почву высоких температур воздуха. В результате такого термического парования почвы физические ее свойства улучшаются.

На солонцеватых почвах тяжелого механического состава физические свойства можно улучшить пескованием почвы (если есть близко песок). Так как песка для этого требуется много (200—300 т/га и больше), то практически запесковать можно лишь отдельные солонцеватые пятна.

Хорошие результаты дает внесение в почву навоза — 30—40 т/га. При этом не только увеличивается содержание в почве перегноя и улучшаются ее физические свойства, но навоз оказывает на почву большое химическое воздействие. В почвенном воздухе и почвенном растворе возрастает содержание угольной кислоты (H_2CO_3). Образующаяся в жидкой фазе почвы CO_2 повышает содержание в почве растворимой формы кальция:



Растворимый, активный двууглекислый кальций в свою очередь вступает в реакцию обмена, вытесняя поглощенный Na:



Образующаяся сода (Na_2CO_3) вымывается из почвы атмосферными осадками или промывными поливами.

Внесение суперфосфата, содержащего значительное количество солей кальция (в частности гипса) и примеси свободной фосфорной и серной кислот, также повышает содержание в почвенном растворе карбонатных почв растворимой формы кальция. Благодаря этому облегчается вытеснение натрия из поглощающего комплекса почвы. При внесении суперфосфата увеличивается содержание в почве питательных фосфорных соединений для растений.

Важным биологическим способом улучшения и освоения солонцеватых почв является травосеяние и сидерация почвы.

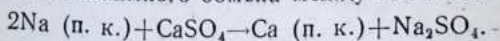
Выделяемая корнями трав (например, люцерны) при их росте CO_2 , способствует образованию в почве $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$, роль которого в вытеснении поглощенного Na отмечена выше. Корневая система трав воздействует на почву и чисто механически, способствуя образованию структуры и повышению водопроницаемости почвы. Важно и то, что травы в процессе своей жизнедеятельности используют кальций на построение своей растительной массы. При распашке трав и разложении их корней и пожнивных остатков кальций освобождается и вступает во взаимодействие с поглощающим комплексом почвы, вытесняя оттуда натрий.

При использовании культуры трав следует стремиться провести «залужение» мелнируемых участков, то есть создавать на них режим учашенных поливов с целью увеличения содержания в почве $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$, вымыва из нее соды, а также вредных для растений воднорастворимых солей. Желательно на поливы использовать поверхностную или грунтовую воду с повышенным содержанием катиона Ca . При отсутствии такой воды рекомендуется (Я. А. Ковалев) оросительную воду, для обогащения ее кальцием, предварительно пропускать через котлован, загруженный природным гипсом. Мероприятие это будет особенно полезным при значительном содержании в оросительной воде NaCl .

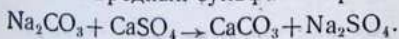
До посева многолетних трав заметный эффект может дать применение зеленого удобрения (сидерации почвы) типа шабдар, озимый или яровой ячмень, озимая рожь, запахиваемые в почву.

Для освоения сильно солонцеватых (солонцовых) почв, помимо указанных агротехнических и биологических мероприятий, требуется и химический способ их улучшения в виде гипсования.

При внесении гипса в поглощающем комплексе почвы происходит реакция взаимного обмена между Na и Ca :



Если почва содержит и соду, то образуется безвредный карбонат кальция и мало вредный сульфат натрия:



В дальнейшем сернокислый натрий удаляется из почвы атмосферными осадками и промывными поливами.

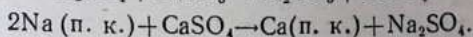
Количество гипса рассчитывают по содержанию обменного Na и соды в почве. Полученную норму увеличивают на 50—100%.

В зависимости от содержания в почве поглощенного натрия необходимое количество гипса составляет от 5 до 10—20 т/га. Практически во многих случаях потребление гипса будет меньше, так как мелнирации подлежат обычно не вся площадь почвы, а лишь площадь ее солонцеватых и солонцовых пятен.

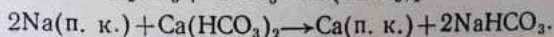
Гипс, в виде сырой, тонко размолотой муки, вносят под вспашку на перегар, либо осенью под зябь. Норму гипса делят на две части — одну вносят под вспашку, другую — после вспашки, на поверхность выпаханного солонцеватого слоя.

Вследствие слабой растворимости гипса действие его замедленно. Заметное влияние отмечается обычно на третий год после внесения. Для гипсования можно использовать также местные, содержащие гипс, породы. Так, в Туркмении ганч содержит до 80—90%, в Узбекистане шор-турпак до 20—30% гипса.

Улучшают карбонатные солонцовые почвы и их кислотованием (внесение в почву в слабом растворе серной или азотной кислот). При внесении в почву серной кислоты реакция протекает по следующей схеме:

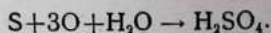


Образовавшаяся углекислота также вступает в реакцию:



Так как $\text{Ca (HCO}_3)_2$, NaHCO_3 имеют щелочную реакцию, то в первое время протекающего процесса может происходить некоторое подщелачивание почвы.

Солонцовые почвы улучшают и внесением в них серы. Под воздействием серобактерий сера окисляется в почве до серной кислоты:



Образовавшаяся серная кислота реагирует с CaCO_3 и поглощающим комплексом почвы по приведенной выше схеме.

Улучшение солонцеватых почв возможно и за счет собственных запасов кальция в почве, если вслед за солонцеватым (солонцовым) слоем неглубоко залегают известково-гипсоносные горизонты почвы. Глубокой плантажной вспашкой (на 35—40 см и больше) можно вывернуть на поверхность и перемешать с солонцеватым слоем эти горизонты почвы. При последующей промывке легкорастворимые соли будут вымыты из почвы. Гипс же и известь будут воздействовать на поглощающий комплекс солонцеватой почвы в направлении замещения натрия кальцием и, следовательно, улучшения ее водно-физических свойств.

2. Освоение такыровых почв

В пустынной зоне Средней Азии большое распространение имеют такыровые почвы, представленные двумя основными группами: такырами и такырными почвами.

Такыровые почвы в большинстве случаев характеризуются тяжелым механическим составом, плохими водно-физиче-

скими свойствами (очень большая плотность, крайне низкая водопроницаемость), весьма малым содержанием гумуса.

Эти неблагоприятные особенности слабее выражены у такырных почв и наиболее сильно у такыров, отличающихся очень большой глинистостью. В связи с этим освоение такыров вызывает большие трудности, особенно если они представлены засоленными разностями, у которых в верхних горизонтах выражен солонцовый, а в более глубоких солончаковый процессы.

В производственной практике освоение такыровых почв начинаются с менее трудных для окультуривания площадей, то есть с более легких по механическому составу, наименее солонцеватых и засоленных такырных почв. Освоение таких почв возможно при сравнительно несложном комплексе агромелиоративных мероприятий. Применяют интенсивную, в течение ряда лет, обработку почвы, усиленно ее удобряют (органическими и минеральными удобрениями), промывают от солей. В начале освоения высевают главным образом зерновые злаковые культуры (ячмень, пшеница), а также просо. Благодаря таким мероприятиям во многих районах Туркмении, Узбекистана (в том числе в Каракалпакской АССР) освоена уже значительная площадь такырных почв.

По мере их окультуривания и улучшения системы агротехнических и мелиоративных мероприятий урожай сельскохозяйственных культур на таких почвах возрастает (урожай хлопка до 25—30 ц/га и больше).

По исследованиям М. К. Чарыева и В. Е. Бессмертного (Тедженский оазис Туркменской ССР) в период освоения автоморфных такырных почв наиболее эффективными агромелиоративными мероприятиями являются тщательная планировка полей, вспашка почвы на глубину не менее 30 см, осенне-зимние промывные поливы, термическое парование, внесение органических и минеральных удобрений и интенсивное окультуривание этих почв путем круглогодичного использования земель под посевы культур — освителей.

Гораздо сложнее мероприятия по освоению такыров. Вовлечение их в сельскохозяйственный оборот идет очень медленно. Объясняется это не только сложностью и трудностью этого освоения, но и тем, что наиболее целесообразные и эффективные способы освоения такыров еще недостаточно изучены и проверены.

При освоении засоленных такыров необходимо устранение их солонцеватости, улучшение водно-физических свойств и освоения этого в определенной мере эффективны все те основные мероприятия, которые рекомендуются для улучшения и окультуривания солонцеватых почв. Так, значительного улучшения водно-физических свойств почвы можно ожидать от глубокой вспашки такыра и внесения в почву до этого навоза, компоста.

Однако практически первоначальная распашка такыров, вследствие исключительно большой плотности почвы, часто чрезвычайно затруднена. В связи с этим понятно применение практикой некоторых особых приемов освоения такыров.

Одним из приемов такого освоения у местного населения является запесочивание поверхности такыра до начала его обработки. В этом случае поверхность такыра покрывают небольшим слоем песка (2—3 см и больше) и поливают затоплением с подсушиванием почвы между поливами. При таком (под покровом песка) подсушивании капиллярные токи минерализованного почвенного раствора достигают коры такыра, которая в известной мере засоляется, но теряет свойства солонца и становится пригодной для обработки.

У такыра, не покрытого песком, внутрпочвенное испарение (через трещины) преобладает над поверхностным; соли не достигают коры такыра и не изменяют ее физических свойств в лучшую сторону.

Поверхностное запесочивание такырового участка (искусственное или естественное, слоем в 1—2 см) желательно и после посева. При этом устраняется образование плотной корки с ее трещинами, обрывающими корни молодых растений.

При наличии близлежащего песка пескование глинистых и тяжелосуглинистых такыров применяют в зоне Каракумского канала в Туркмении, в Турткульском оазисе Узбекистана.

Основная обработка такыра состоит в глубокой вспашке (на глубину до 45 см). Вовлечение при этом в пахотный слой такыра гипса способствует ликвидации солонцеватых свойств почвы, повышает ее водопроницаемость, предупреждает образование корки. При недостаточном содержании или глубоком залегании гипса может потребоваться и искусственное гипсование почвы.

Для улучшения физических свойств и повышения производительной способности такыров во всех случаях большое значение будут иметь их пескование, а также внесение органических и минеральных удобрений.

При отсутствии органических удобрений обогащать почву органическим веществом можно за счет сидератов.

Засоленные такыры должны быть мелиорированы осенне-зимними промывками в комплексе с другими агро-мелиоративными мероприятиями. Нормы промывок следует назначать с учетом степени засоления такыра и почвенно-мелиоративных условий промываемых участков. При содержании в верхнем метровом слое такыра водно-растворимых солей 0,8—1%, хлорид-иона 0,20—0,25% могут потребоваться нормы промывки в пределах 5000—7000 м³/га и больше.

Лучший эффект при промывке глинистых такыров дает предварительная мелиоративная вспашка (на глубину 45 см) и плантажная (оборот пласта на 45 см и рыхление на 20 см).

Физические свойства промытой почвы намного улучшаются под воздействием зимних морозов, поэтому надо стремиться завершать промывку такыров до их наступления.

Освоение такыров лучше начинать с зерновых злаковых культур (один-два года), после чего с осени участки целесообразно занять на два-три года посевом травосмеси (люцерна с райграсом и житняком). Под воздействием зерновых злаковых культур (озимые ячмень, пшеница, ячмень с посевом суданской травы) и многолетней травосмеси в такырах накапливается гумус, улучшаются физические свойства пахотного горизонта. Последний начинает приобретать хорошо выраженные признаки рыхлокомковатой структуры. В дальнейшем на окультуренных такырах можно высевать хлопчатник и другие сельскохозяйственные культуры.

Производственным опытом установлено, что при правильном высококачественном выполнении рекомендуемого комплекса агротехнических и мелноративных мероприятий такыровые почвы можно освоить за один-два года, а такыры — за три года.

Глава XII

ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ И БОРЬБА С ЭРОЗИЕЙ ПОЧВ И СЕЛЕВЫМИ ПОТОКАМИ

1. Водная и ветровая эрозии почв

Под эрозией почв понимается разрушение и снос почвенного покрова, а зачастую и подстилающих рыхлых пород под действием движущейся воды или ветра.

Водная эрозия обычно наблюдается в местностях с резко выраженным рельефом и интенсивным весенним ливневым стоком, ветровая — в условиях равнинных мест и незначительных дождей, особенно в засушливых полупустынных, а также пустынных районах.

При водной эрозии почвы размывающее действие воды проявляется в двух основных формах: смыва и размыва. Переход от смыва к размыву почвы происходит, как только условия рельефа и стока воды обусловят концентрацию ее в отдельные ручьи и потоки. Под действием размыва почвы, а затем и грунта на склонах и в нижних частях склонов постепенно образуются промоины, рытвины и овраги.

Таким образом, в зависимости от условий, водная эрозия почв может быть: а) поверхностная (плоскостная), б) струйчатая, в) линейная, или овражная (вертикальная).

При плоскостной эрозии вода в условиях сглаженного однородного склона стекает незначительным слоем и по-

степенно, незаметно смывает почву более или менее равномерно на большей площади. Струйчатая эрозия проявляется в образовании небольших ручейковых размывов (рытвин глубиной до 20 см и более). При дальнейшем усилении поверхностного стока может происходить овражная (линейная) эрозия, при которой вода сосредоточенной струей размывает толщу почвогрунта на большую глубину (до 5—10 м и больше).

По размеру поражаемой площади овражная эрозия значительно уступает плоскостной и струйчатой.

В Средней Азии эрозийные процессы почв имеют место как на поливных, так и на неполивных (богарных) землях. В богарных районах с наличием лёсса и лёссовидных суглинков большое распространение получила овражная эрозия.

На орошаемых землях с выраженным уклоном при неправильной технике поливов почвы подвержены ирригационной эрозии. Особенно интенсивно такая эрозия протекает при орошении и освоении целинных земель.

В поясе типичных сероземов развитию водной эрозии на богаре и при орошении в сильной степени благоприятствуют многие природные факторы: характер мезорельефа (грядово-и увалисто-холмистый), резкая расчлененность подгорных покатостей и значительная крутизна склонов (2—10, местами даже 30°). Существенное значение имеют микроагрегатность и пылеватость, а также карбонатность (лёссовидность) почвообразующих пород, выпадение атмосферных осадков часто в виде интенсивных дождей или ливней, способствующих формированию поверхностного стока.

Под действием воды смыв почвы тем больше, чем а) больше уклон склона, б) интенсивнее сток воды, в) меньше водопроницаемость и водопрочность почвы, г) больше ее сухость и выше температура. Особенно сильно смываются почвы, не покрытые растительностью, не имеющие комковатой водопрочной структуры.

Смыв почвы усиливается при неправильной хозяйственной деятельности человека (бессистемная распашка склонов, уничтожение защитного покрова древесной, кустарниковой или травянистой растительности, пахота и бороздковые поливы вдоль склона, мелкая вспашка, отсутствие травосеяния, не внесение в почву навоза и др.).

По данным С. В. Камаева в результате водной эрозии: а) мощность гумусированного слоя сокращается у смытых почв в два-шесть раз, а у намытых возрастает в два-три раза; б) запасы перегноя, валового азота и фосфора в верхней толще почвы под влиянием смыва снижаются в два-восемь раз, при намыве возрастают в полтора-два раза; в) с увеличением степени смытости облегчается механический состав, повышается объемный вес (плотность), уменьшается водопроницаемость и влагоемкость почвы.

В зависимости от интенсивности процесса смыва и намыва эродированные почвы могут быть слабо-, средне- и сильносмываемыми, слабо-, средне- и сильнонамытыми. В связи с этим вертикальные профили почв в отношении протяженности и свойств почвенных горизонтов и запасы гумуса в почвах сильно изменяются (рис. 94, 95).

Исследования М. Б. Дошанова, проведенные в зоне темных сероземов и темно-серых почв (1390—1600 м н. у. м.) показали, что в образовании поверхностного стока и процессов эрозии почв в водосборных бассейнах небольших саев главная роль принадлежит весенним ливневым осадкам.

С увеличением интенсивности осадков сток воды и смыв почвы, незакрепленной или плохо закрепленной растительностью, резко возрастали. В то же время на хорошо заросших и задерненных склонах смыв почвы не наблюдался.

При водной эрозии смывается верхний, наиболее плодородный слой почвы. Смыв ее на выраженных склонах после обильных дождей может достигать 20—50 т с 1 га и больше. Смытая почва часто содержит азота всего около 0,2%, фосфора 0,1%, калия до 2%. Таким образом вследствие эрозии ежегодно уносятся

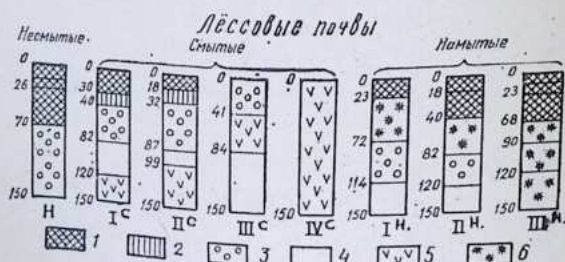
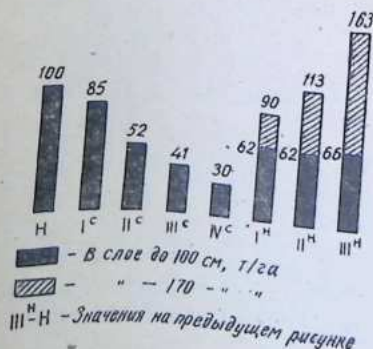


Рис. 94. Профили орошаемых типичных сероземов: несмытых, смытых и намытых (С. В. Камаев):



Н — почвы несмытые; I^c, II^c, III^c, IV^c — почвы слабо-, средне-, сильно- и полностью смытые; I^H, II^H, III^H — почвы слабо-, средне- и сильнонамытые; 1 — горизонт переходный агроирригационный; 2 — переходный; 3 — желваково-карбонатный; 4 — без видимых карбонатных новообразований; 5 — материнская почвообразующая порода с новообразованиями — гипса; 6 — плесневидные выделения карбонатов

Рис. 95. Запасы гумуса в несмытых и эродированных орошаемых типичных сероземах (С. В. Камаев)

в реки, а затем в моря громадные количества ценных питательных веществ для растений.

В результате смыва ухудшаются водно-физические свойства почвы, она иссушается и теряет свое прежнее плодородие. Урожай сельскохозяйственных культур сильно снижаются. На смытых землях резко ухудшаются пастбища, из состава травостоя которых выпадают наиболее ценные виды растений.

Большой ущерб наносит овражная эрозия. Она приводит к увеличению площади неиспользуемых, неудобных земель и сильно ухудшает транспортные условия. Овражно-балочные выносы почвогрунта заносят используемые угодия, приводят к заилению и обмелению рек, заилению прудов и водохранилищ.

На больших площадях орошаемые земли подвергаются ирригационной эрозии. Такая эрозия может заметно проявляться уже при небольших уклонах местности (0,03—0,05), что соответствует крутизне склона 2—3°. С увеличением уклона количество смытой почвы (твердый сток) в сброшенной воде значительно возрастает. При этом намного повышаются потери питательных веществ почвы (табл. 70).

Таблица 70

Размер твердого стока и потери питательных веществ почвы
(по данным Х. Хамдамова)

Уклон	Размер твердого стока, т	Потери питательных веществ, кг/га					
		1968 г.			1969 г.		
		гумус	азот	фосфор	гумус	азот	фосфор
0,001	1,5	21,2	1,1	2,4	12,2	0,6	2,3
0,005	5,0	70,7	4,6	8,0	41,0	2,0	7,7
0,010	8,0	113,0	7,4	12,8	65,6	3,2	12,3
0,025	19,0	268,3	17,5	30,3	155,8	7,6	29,3
0,050	61,0	831,3	56,3	96,3	500,2	24,4	93,0

Интенсивность ирригационной эрозии, помимо величины уклона поливных участков, зависит также от глубины поливных борозд, размера и скорости бороздной струи, длины борозд, эрозионной устойчивости почвы. Особенно сильно влияют размер и скорость течения бороздной струи, если они превышают допустимые «критические» для данных условий величины.

Вследствие ирригационной эрозии производительная способность почв снижается, и тем больше, чем сильнее смыва почва. Так, в отдельных колхозах Янгйюльского района Ташкентской области в 1957—1960 годах были получены следующие урожаи хлопка (табл. 71).

По сравнению с несмытой почвой урожай хлопка на слабосмытой почве снизились на 8—12, на среднесмытой — на 22—40, на сильносмытой — на 34—53%.

Урожай хлопка на типичных сероземах в колхозах Янгйюльского района, ц/га (данные М. И. Кочубея и С. П. Сучкова)

Степень смытости почв	„Шарк Юлдузи“	Имени XIX партсъезда	„Коммунизм“	„40 лет Октября“
Несмытые	—	28,5	30,4	30,6
Слабосмытые	28,7	25,0	28,0	—
Среднесмытые	24,3	21,4	23,7	18,2
Сильносмытые	17,7	16,5	20,1	14,2

Наряду с водной, в том числе ирригационной эрозией почв предгорных районов, громадные площади пустынной и сероземной зой подвержены ветровой эрозии. Она наиболее выражена в межгорных долинах и открытых равнинах с частыми и сильными ветрами, нередко переходящими в пыльные бури. В Узбекистане такими территориями являются Западная и Центральная Фергана, южная и юго-восточная части Голодной степи, северные районы Бухарской области, долины рек Сурхандарьи и Шерабаддарьи, западная часть Каршинской степи, а также Каракалпакская АССР. Ветры в этих районах зачастую дуют со скоростью 15—20, иногда 30—35 м/сек.

Ветровая эрозия (дефляция) почв наносит большой ущерб сельскому хозяйству. Под действием ветров постепенно сносится верхний, наиболее плодородный слой почвы. Он обедняется частицами пыли и ила, гумусом и азотом. Плодородие почв в связи с этим значительно снижается. Почвы из категории суглинков зачастую переходят в группу супесчаных и песчаных почв.

При сдувании ветрами поверхностных горизонтов почвы обнажаются корни растений, несущиеся частицы песка засекают листочки, почвы иссушаются, всходы растений гибнут. Многократные поздние переосевы резко снижают урожайность хлопчатника и других сельскохозяйственных культур.

Наиболее интенсивно ветровая эрозия почв и гибель всходов происходит в Ферганской долине и Бухарской области.

Например, более чем на 117 тыс. га в Ферганской области и 68,0 тыс. га в Бухарской области (К. Мирзаджанов) пострадали от ветров посевы сельскохозяйственных культур в 1956—1966 гг.

Развитию ветровой эрозии почв способствуют многие природные и хозяйственные факторы. Из природных факторов существенное значение имеют: орография, условия климата и рельефа местности, ветровой режим, состав покровных отложений, физические и химические свойства почв, растительный покров. Наиболее подвержены ветровой эрозии почвы легкого механического состава (легкосуглинистые, супесчаные и песчаные).

Экспериментальные исследования позволили установить критические (пороговые) скорости ветра для основных типов почв (сероземов, луговых). По данным А. И. Молчановой на легких песчаных и супесчаных почвах при рыхлом состоянии поверхности (после обработки) эрозионные процессы начинают возникать при скорости ветра 5—6 м/сек (на уровне флюгера), на тяжелых при больших скоростях — в пределах 20—25 м/сек.

Большое влияние на ветровую эрозию почв оказывает растительный покров возделываемых полей. Так, на полях, занятых посевами трав, ветровая эрозия почвы не наблюдается, однако во многих случаях она сильно выражена, особенно весной, на полях с пропашными культурами (хлопчатник, кукуруза).

2. Предупреждение и борьба с водной эрозией почв

Чтобы предупредить и предотвратить водную эрозию почв, важно ослабить или устранить факторы, способствующие эрозии, и усилить или создать факторы, ей препятствующие. В этих целях должна безотказно действовать планомерная система агротехнических, лесотехнических и гидротехнических мероприятий, направленных на сокращение объема и скорости стекающей по склону воды, усиление способности почвы поглощать воду и др.

Агро- и лесотехнические мероприятия сравнительно просты, они не требуют больших затрат и в основном являются предупредительными. Если их недостаточно, то кроме них выполняют более дорогие и сложные гидротехнические мероприятия.

Агротехнические противоэрозионные меры принимаются в целях улучшения физических свойств почвы для повышения ее способности поглощать воду, а также задержания стока воды. На используемых под посевы площадях из этих мер важны: внедрение севооборота, сидерация, внесение органических удобрений, глубокая зябь, пахота и бороздование зяби поперек склона, оставление стерни зерновых культур при безотвальной обработке почвы, снегозадержание и др.

Должен быть упорядочен выпас скота введенным пастбищом.

На неорошаемых (богарных) землях высевать растения и обрабатывать почвы следует также поперек склона, на орошаемых же, подверженных эрозии площадях, посев, обработку и бороздковые поливы целесообразно вести под некоторым углом к горизонталям.

Для задержки и уменьшения стока воды, кольматажа смытых почв рекомендуется устройство на длинных склонах по горизонталям местностей травяных «буферных» полос. Многолетние травяные полосы (шириной до 80—100 м) целесообразны также по границе с лощинами и оврагами.

Большое значение травяного покрова для уменьшения смыва почвы видно из следующих данных Чаткальской горно-мелиоративной опытной станции. При осадках 21,7 мм с площадок, покрытых растительностью на 90%, было смыто 26 кг/га почвы, с площадок, покрытых на 40% — 292 кг/га, на 25% — 2350 кг/га, на 15% — 5980 кг/га.

Для предупреждения и борьбы с водной эрозией почв огромное значение имеет создание на склонах водорегулирующих лесополос. Защитные лесные полосы, кроме ветрорегулирующего, противосушевого влияния и ослабления испарения влаги из почвы и растениями, способствуют задержанию снеговых (талых) и ливневых стоков воды, уменьшению слоя осадков, выпадающих на почву.

Лес задерживает кронами 15—20% дождя.

Лесная подстилка насаждений, обладая высокой влагоемкостью, увеличивает водопроницаемость почвы, переводит поверхностный сток в подземный и таким образом устраняет смыв почвенного покрова. По данным Чаткальской опытной станции насаждения с хорошо развитой лесной подстилкой могут полностью поглотить 12—20 мм осадков.

Водорегулирующие лесополосы высаживают рядами поперек склона. Ширина таких лесополос 15—20 м. Расстояния между ними назначают в зависимости от крутизны склона (табл. 72).

Таблица 72

Расстояние между лесополосами

Крутизна (градусы) склона	Величина уклона	Расстояния, м
2—4	0,03—0,07	350—400
4—7	0,07—0,12	250—350
>7	>0,12	150—250

На используемых под посеы землях, при значительной подверженности почв водной эрозии, наиболее полно сточные воды задерживаются в случае, когда культуры высевают в севообороте с многолетними травами, а высадка защитных лесных полос сочетается с устройством около них водозадерживающих каналов (рис. 96).

Действенным средством предупреждения эрозии почв является террасирование склонов. Для этого склон разбивают валами на полосы вдоль горизонталей местности или под некоторым углом к ним. При этом лучше сохраняется снежный покров, замедляется его таяние, уменьшается живая сила водного потока и смыв почвы, а также улучшается увлажнение почвы, так как на террасах улавливаются стекающие поверхностные воды.

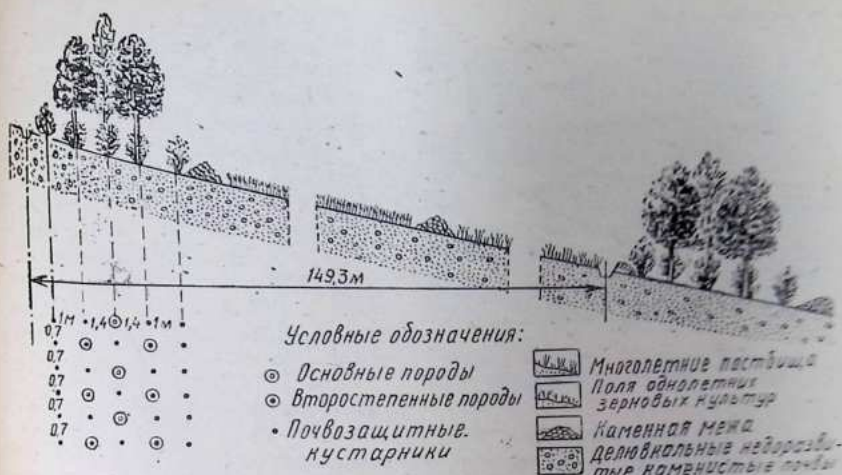


Рис. 96. Схема размещения лесных полос и водозадерживающих канав при севообороте с многолетними травами на богарных почвах при склоне 15° (по ВНИАЛМИ)

При небольших уклонах местности (от 0,02 до 0,12) устраивают гребневые террасы без планировки склонов (рис. 97). При этом на легких и средних по водопроницаемости почвах, в местностях с небольшими паводками тающего снега, вали делают параллельно горизонталям местности. Расстояние между валами или ширина террас должны быть такими, чтобы вода не переливалась через гребень вала, а постепенно скапливаясь, впитывалась бы в почву. Вал делают низким, широким и прочным, чтобы он не прорывался водой и был бы легко проходим для сельскохозяйственных орудий.

На тяжелых почвах, при больших паводках, вали устраивают под небольшим углом к горизонталям местности и вдоль вала отрывают водоотводящую канаву.

При значительных уклонах местности (от 0,12

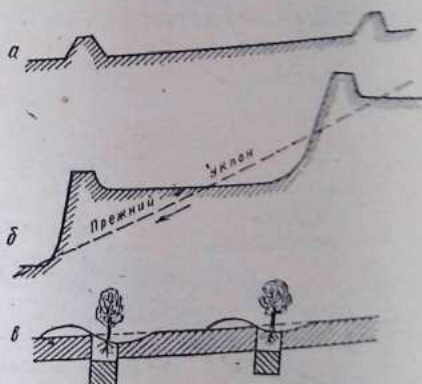


Рис. 97. Виды террас:

а — гребневые террасы; б — ступенчатые наклонные террасы; в — траншейные террасы

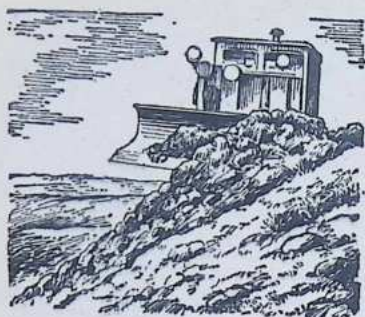


Рис. 98. Нарезка террас бульдозером Д-259 на склонах до 40°

до $0,3$) террасы планируют и устраивают (рис. 97) ступенчатыми (наклонными или горизонтальными). Ступенчатые террасы устраивают при помощи грейдеров марки Д-20А, Д-241 и др. На более крутых склонах ($20-45^\circ$) используют бульдозеры Д-259 (рис. 98), Д-459 и др. Производительность труда при работе с грейдером Д-20А до $8-10$ км, бульдозером Д-259 $1,2-2,0$ км террас в день.

При работе грейдером Д-20А профиль террас имеет трехугольную форму (рис. 99). Лесокультурное полотно шириной $2,2$ м наклонено в сторону, обратную склону, на $5-7^\circ$. Рабочая емкость террасы (после двух проходов грейдера) — $0,2-0,4$ м³ на 1 пог. м.

При террасировании склонов бульдозером Д-259 ширина террас $2,5-3,5$ м, рабочая емкость их от $0,5-0,7$ до 1 м³ и больше на 1 пог. м.

Профиль террас позволяет механизировать рыхление полотна, посадку культур и уход за ними. Рыхлят полотна террас специальными рыхлителями или плугами со снятыми отвалами.

Расстояния между террасами устанавливают в зависимости от крутизны склона, полотна террасы и ее емкости. При ширине полотна $3-3,5$ м и рабочей емкости террасы $0,5$ м³ на 1 пог. м расстояния между террасами по склону следующие: при крутиз-



Рис. 99. Профиль террасы, построенной грейдером Д-20А

не склона 20° — от 4,5 до 5,5 м; 30° — от 6,5 до 7,5 м; 40° — от 12,5 до 13,5 м (Ю. М. Сериков).

Ступенчатые террасы узки и обрабатывают их только вдоль вала. Постройка таких террас обходится дорого, поэтому их используют главным образом под сады и виноградники, реже под древесные насаждения и посевы многолетних трав.

Специальные мероприятия проводятся для борьбы с размыванием оврагов. Чтобы прекратить размыв оврага, надо перехватить сток воды с водосбора. Для этого голову оврага охватывают канавой и валом, расположенными полукольцом, на расстоянии 5—10 м от берега оврага (рис. 100, 101). Вал закрепляют посевом трав, плетнями, камнем. Проходящую по канаве воду спускают без размыва в овраг (с помощью желоба, быстротока, ступенчатого перепада) и пропускают далее в водоприемник (рис. 102). Если приток воды велик и одного полукольца недостаточно, то строят второе, третье полукольца. Устраивают также нагорные канавы, перехватывающие сток воды вдали от оврага.

Помимо этих мероприятий, дно и берега оврага укрепляют с помощью поперечных донных запруд, плетней, выстилки дна оврага дерном или хворостом, облесения русла и др.

Для устранения ирригационной эрозии почв рекомендован ряд мероприятий. На склонах с расчлененным рельефом поливы должны проводиться только после планировки земель. При уклонах участков 0,03—0,05 целесообразны контурные поливы с контурной обработкой почвы, при уклонах более 0,1 — поливы по террасам.

На всех поливных участках должны строго регулироваться элементы техники бороздковых поливов (глубина и длина по-

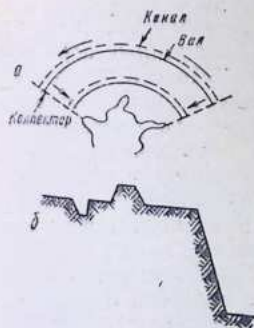


Рис. 100. Защита головы оврага: а — план; б — разрез

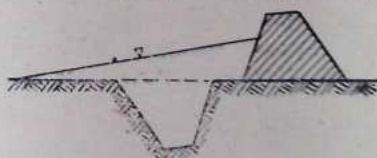


Рис. 101. Поперечное сечение канала и вала

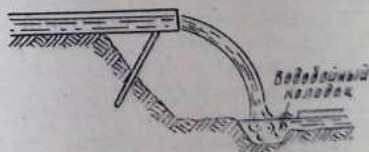


Рис. 102. Консольный перепад

ливных борозд, величина бороздной струи), с тем, чтобы не допустить размывающего действия воды. Особенно это важно на участках с большими уклонами (больше 0,01). С увеличением уклона глубину поливных борозд следует уменьшать. При значительных уклонах она должна быть не больше 14—15 см, при слабой водопроницаемости почвы 10—12 см.

В зависимости от условий в широких пределах можно изменять длину борозд (от 60—100 м при малых до 200—300 м и больше при значительных уклонах). Размер бороздной струи при этом должен также изменяться (соответственно от 1,0—0,5 до 0,3—0,1 л/сек и меньше). Поливы, при относительно глубоком залегании грунтовых вод, следует вести переменной струей — увеличенной в начале полива и уменьшенной (примерно в два раза) при добегании струи до конца борозды.

На эродированных орошении участках, в целях выравнивания плодородия почвы, важно применение дифференцированных норм минеральных удобрений. На части склона со смытой почвой, по сравнению с несмытой, вносят большие, а в нижней части склона, на намытой почве, меньшие нормы удобрений. С увеличением степени смытости почвы нормы минеральных удобрений повышаются.

Для устранения смыва почвы рекомендована также обработка перед поливами дна борозд полимером К-4 или К-6 (30—40 кг/га д. н.). Полимер способствует оструктуриванию почвы, увеличению в ней водопрочных агрегатов. В связи с этим смыв почвы при орошении хлопковых участков значительно уменьшается. Несколько возрастает при этом и урожай хлопка-сырца.

3. Борьба с ветровой эрозией почв

В районах орошаемого земледелия для защиты почв от ветровой эрозии необходимо выполнять определенные агротехнические и лесомелиоративные мероприятия. Можно использовать химические средства защиты для искусственного оструктурирования почв и повышения их сопротивляемости развеванию.

В основном против ветровой эрозии почв хорошо действуют поlezащитные лесные полосы. Достигая необходимой защитной высоты (9—10 м), они снижают на прилегающих полях скорость и силу ветра, устраняют выдувание почвы и засекание всходов песчинками, повышают влажность воздуха, создают благоприятные для растений условия микроклимата. Урожайность сельскохозяйственных культур под защитой лесных полос всегда выше против полей открытых. На посевах хлопчатника разница в урожаях хлопка составляет 3—5 ц/га и больше, в неблагоприятные годы (при сильных ветрах в весенне-летнее время) эта разница возрастает до 9—10 ц/га.

В совхозах «Бешарык», «40 лет Октября», имени Кирова (Ферганская область) в период посадки лесополос урожай хлоп-

ка были в пределах 11,5—13,6 ц/га. Уже через десять-одиннадцать лет, когда высота полос достигла 9—10 м, урожай поднялся до 25—27 ц/га.

С увеличением степени облесенности полей урожай хлопка возрастает. Так, в совхозе «40 лет Октября» по различным бригадам были получены следующие урожаи хлопка: при полной системе взаимодействующих лесных полос 28,3—33,4; на полях, облесенных на 50%—20,2—26,6, при отсутствии защитных насаждений—17,3—19,1 ц/га.

В орошаемых районах площади под лесными насаждениями постепенно растут. В настоящее время в Узбекистане имеется около 20 тыс. га полезащитных лесных полос.

Установлено (А. И. Молчанова), что в районах орошаемого земледелия лесные полосы начинают оказывать защитное действие уже с трехлетнего возраста. С возрастом и ростом деревьев дальность эффективного действия полос повышается: в три года она равна 3,2 высоты (в расчете на предельную высоту полосы в данных условиях), в пять лет—6,0, в десять—15,0 и в возрасте 20 лет—25 высотам с заветренной и 5 высотам с наветренной сторон (табл. 73).

Таблица 73

Эффективность четырехрядной ажурной лесной полосы в различном возрасте (колхоз „Ленинизм“ Бухарской области)

Возраст полосы, лет	Высота по- лосы, м	Снижение скорости ветра (%) на расстоянии от полосы, м					Зона уве- личения урожая хлопка, в высотах
		10	50	100	200	300	
3	4,0	80	50	0	—	—	3
5	7,2	76	63	51	32	0	6
10	9,7	—	88	59	45	25	15
15	12,0	—	66	56	46	31	18
20	13,0	—	81	77	66	61	20
25	17,0	—	81	77	66	61	25

Примечание. Высоты (урожай) рассчитаны исходя из 17-метровой (предельной) высоты полосы из акации белой в Бухарской области.

В районах с сильной ветровой деятельностью наиболее эффективны лесополосы ажурной (сквозной) конструкции. При ветропроницаемости 35—40% они снижают скорость ветра в 7—8 м/сек, 20—30%—9—10 м/сек.

По разработанным А. И. Молчановой и Н. П. Бойко (1973 г.) рекомендациям* система защитных лесных насаждений для

* Утверждены Гослескомитетами Совета Министров Узбекской, Туркменской и Таджикской ССР.

орошаемых оазисов должна включать: зеленые заслоны по границам оазисов, полезащитные и садозащитные лесные полосы, противозерозийные (на пересеченном рельефе) насаждения, защитные лесные насаждения вдоль ирригационных каналов и дорог, а также у гидросооружений.

Лесные полосы должны размещаться на полях в виде взаимодействующей системы (широкие 4—5-рядные полосы на ветроударных участках в сочетании с узкими 2-рядными, перемежающимися с 3—4-рядными полосами в массиве последующих полей).

Для районов с сильной ветровой деятельностью (скорость преобладающих ветров больше 12 м/сек) на почвах, подверженных засолению, расстояния между основными 4—3-рядными лесополосами рекомендованы в 300 м, между вспомогательными 2-рядными полосами — 800 м. На незасоленных сероземных почвах расстояния между основными лесополосами 350—400 м, между вспомогательными — до 900 м, на луговых почвах соответственно 400—450 и до 1000 м.

Для районов средней ветровой деятельности (скорость преобладающих ветров 6—12 м/сек) при наличии засоленных почв, расстояния между основными 3—2-рядными лесополосами 400 м, между вспомогательными 2-рядными полосами — 800 м. На неподверженных засолению сероземных почвах расстояния соответственно 450—500 и 1000 м, на луговых почвах 500—600 и 1000 м.

Полезащитные лесные полосы можно закладывать самыми разнообразными древесными и кустарниковыми породами. На землях, не подверженных засолению, в качестве главных пород: дуб черешчатый, платан восточный, тополь Болле, ива южная (тал), акация белая, гледичия обыкновенная. В качестве сопутствующих пород: ясень пенсильванский, клен полевой, можжевельник виргинский, шелковица белая, из кустарниковых — аморфа, бирючина, облепиха, лох узколистный и др. Можно культивировать также орехоплодные и плодовые культуры (орех грецкий, абрикос обыкновенный, айва и др.).

На землях, подверженных засолению, рекомендованы: вяз перистовитый, тополь Болле, осокорь, ива южная (тал), ясень бархатный, акация белая, шелковица, лох узколистный, аморфа, облепиха.

Агротехнические мероприятия по выращиванию полезащитных лесных полос должны дифференцироваться в зависимости от климатических и почвенно-мелиоративных условий тех или иных земельных массивов. Поэтому способы подготовки почвы, сроки посадки, число и сроки поливов молодых насаждений и другие агромероприятия должны соотносываться с климатическими условиями местности, типом и агрофизическими свойствами почв, степенью подверженности их засолению, глубиной залегания грунтовых вод и другими факторами.

Для защиты почв и посевов от ветровой эрозии наряду с лесомелиоративными мероприятиями должны проводиться и агротехнические. Они особенно важны в первые годы после закладки лесополос, когда последние еще не достигли своей достаточной защитной высоты.

Агротехнические меры борьбы с ветровой эрозией почв усиливают и дополняют лесомелиоративные мероприятия. Из этих мер борьбы рекомендованы (К. Мирзаджанов):

— размещение поливных участков, посев хлопчатника и нарезка поливных борозд поперек направления господствующих ветров;

— посев хлопчатника рядовым способом и в дно борозд;

— на хлопковых полях кулисные посевы из озимых зерновых, ржи, кукурузы, сорго (дзугары); ширина кулисы 2,0—2,4 м, межкулисные расстояния — 18—20 м;

— почвозащитные севообороты с посевами люцерны под покровом пшеницы (ширина лент люцерны 15 м, между лентами для посева хлопчатника 45—50 м);

— промежуточные посевы шадара, ржи и других культур;

— внесение под хлопчатник на эродированных почвах, обедненных питательными веществами, увеличенных норм минеральных удобрений, а также углегуминовых удобрений (гумат аммония, гумофос);

— в течение ряда лет на песчаных и супесчаных почвах с погребенными средне- и тяжелосуглинистыми, хорошо агрегированными плодородными горизонтами глубокая плантажная вспашка (на глубину 75—80 см).

Одним из способов защиты почвы и посевов от ветровой эрозии является внесение химических веществ — нефтеотходов, полимера К-4, сланцевой смолы («нэрозина»), латекса. По данным К. Мирзаджанова эффективными нормами внесения в почву полимера К-4 оказалось 150—200 кг/га, «нэрозина» 1000—1500 кг/га, латекса СКС-65 200—250 кг/га. Опрыскивание почвы полимером К-4, сланцевой смолой создавало на ее поверхности защитную пленку, повышало содержание в почве макроагрегатов и влаги, хорошо защищало хлопчатник от выдувания и засекания песком.

4. Селевые потоки и борьба с ними

В горных районах СССР, особенно Закавказья, Средней Азии и Казахстана крупной мелниоративной задачей является борьба с селями (селевыми потоками).

Сель — это движущийся с большой скоростью по склону или руслу водотока грязекаменный, грязеобильный или грязевой поток, возникающий под влиянием ливней, а иногда и снеготаяния. Селевые потоки несут огромное количество наносов.

Селеобразование теснейшим образом связано с эрозией почв

на горных склонах. Сносимый со склонов мелкозем и скопившиеся в руслах временных водостоков (саев) камни, загружают формирующиеся в них потоки. Спускаясь по руслам с большими уклонами потоки преобразуются в селевые.

При большом содержании твердого материала и значительной вязкости селевой поток на конусе выноса не растекается, движется прямолинейно, сравнительно узкой полосой, а с прекращением движения не распадается на составные части, а как бы медленно застывает.

Образованию селей способствует слабая инфильтрационная способность почвы, незакрепленность ее корневой системой, обильный поверхностный сток. Селеобразование усиливается при нерегулируемой пастьбе скота, уничтожении на склонах гор естественной растительности (древесной, кустарниковой, травянистой) в результате лесных пожаров, бессистемной и неумеренной рубки леса, распашки склонов и др.

За 1870—1959 гг. в Средней Азии было учтено 2245 селевых потоков. В Узбекистане они часто возникают на склонах гор, обращенных к Ферганской долине. Здесь за отмеченный выше период число селевых потоков составило 1141.

Селевые потоки обладают значительной скоростью и часто большой разрушительной силой. Они заносят илом, песком, галькой и камнем сельскохозяйственные угодья, разрушают населенные пункты, железнодорожные мосты, дороги, оросительные каналы. Сели наступают внезапно и обычно бывают кратковременные. В Ферганской долине преобладающая продолжительность их 2—3 часа, в редких случаях 10—12 часов. Повторяемость для определенного русла обычных селей — один раз в 2—4 года, селей же разрушительных, катастрофического характера — один раз в 10—15 лет.

Для борьбы с селевыми потоками осуществляют два типа мероприятий: агролесомелиоративные и гидротехнические. Назначение первых — ослабить или предотвратить развитие эрозии почвы, смягчить образование селей, не допустить возникновения новых селевых очагов. Задача вторых — ослабить деятельность существующих селевых русел, устранить разрушительную силу селевых потоков.

Агролесомелиоративные мероприятия необходимы в горной и предгорной частях селевых бассейнов. Они заключаются в регулировании выпаса скота, прекращении распашки эродированных площадей и крутых склонов, травосеянии, облесении склонов, русел горных рек и саев.

Возможность культивирования и использования многолетних трав при освоении смытых и размытых почв в горных и предгорных районах показана исследованиями С. Мирхашимова. В зоне темных сероземов в западных отрогах Чаткальского хребта (бассейн р. Сукок) он установил, что начиная со второго года жизни трав (эспарцет или люцерна в смеси с житняком, с

ежой сборной) их стокорегулирующая и почвозащитная роль весьма значительна. Сеяные травы имели хороший рост и развитие, урожай их намного превосходил урожай травостоя естественных угодий. Интенсивное накопление корневых остатков способствовало значительному накоплению в верхних слоях почвы гумуса и валового азота (табл. 74).

Таблица 74

Эффективность многолетних травосмесей на смытых почвах
(данные С. Мирхашимова)

Горизонт поч- вы, см	Накопление питательных ве- ществ (трехлетнее стояние травосмеси)			Год жизни трав	Накопление корневой массы (0-30 см), ц/га	Урожай зеленой массы, ц/га		
	гумус, %	валовой азот, %	подвижная Р ₂ О ₅ , мг/кг			укос		всего
						I	II	
<i>Эспарцет с житняком</i>								
0-10	0,74	0,100	9,38	1	46,8	17,0	—	17,0
20-30	0,30	0,100	нет	2	70,3	90,0	18,1	108,1
40-50	0,22	0,050	нет	3	74,0	105,0	20,1	125,1
								250,2
<i>Люцерна с житняком</i>								
0-10	0,71	0,090	9,38	1	42,9	14,9	—	14,9
20-30	0,22	0,037	следы	2	64,7	87,6	17,6	105,2
40-50	0,20	0,031	следы	3	64,7	100,5	18,2	118,7
								238,8
<i>Целина</i>								
0-10	0,48	0,082	11,01	1	—	—	—	8,5
20-30	0,24	0,065	нет	2	—	—	—	10,1
40-50	0,22	0,060	нет	3	—	—	—	12,0
								30,6

Хорошо противостоят селевым потокам леса, высаженные на горных и предгорных склонах. Облесение склонов наиболее эффективно и экономично при сочетании его с их террасированием. Террасирование склонов способствует не только улучшению роста создаваемых на них насаждений, но и регулированию водного стока и предотвращению формирования селевых потоков.

Для облесения террас горных склонов используют различные древесные и плодовые породы: арчу, сосну, орех, яблоню, алычу, фисташку и другие культуры. На адырах (низкие предгорья с беспорядочно холмистым рельефом) рекомендуются более засухоустойчивые породы: урюк, миндаль, акация и др.



Рис. 103. Схема противоселевых сооружений у гор. Андижана

Гидротехнические мероприятия по борьбе с селями включают постройку в руслах потоков и на прирусловых участках в горной части бассейна и на конусе выноса различных защитных сооружений. Специальные противоселевые системы в селеопасных районах строятся на склонах гор и адыров, прилегающих к городам. Так, для защиты гор. Андижана от селевых потоков строятся четыре противоселевые системы со сбросными трактами в р. Карадарья (рис. 103).

К защитным гидротехническим сооружениям относятся: направляющие дамбы и нагорные канавы (ливнеотводы), снегозадерживающие (противолавинные) сооружения, наносозадерживатели (котлованы) с подводящими сооружениями, камнеудерживающие площадки, селедуки (лотки) для пропуска селей через оросительные каналы, селехранилища с водовыпускными сооружениями и селеотводящие тракты. В руслах водотоков — запруды и фильтрующие плотины, а в отдельных опасных местах русел (около гидростанций, гидротехнических сооружений, населенных пунктов) и защитные бетонные подпорные стенки.

Глава XIII

ОСВОЕНИЕ ПЕСКОВ, ПЕСЧАНЫХ И СУПЕСЧАНЫХ ПОЧВ

1. Песчаные пустыни Средней Азии

Песчаные пустыни Средней Азии занимают около 38 млн. га, или 38,2% общей площади среднеазиатских республик. Основные песчаные массивы расположены (рис. 104), в Туркменской ССР (Каракумы) и в Узбекской ССР (Кызылкум). Вы-

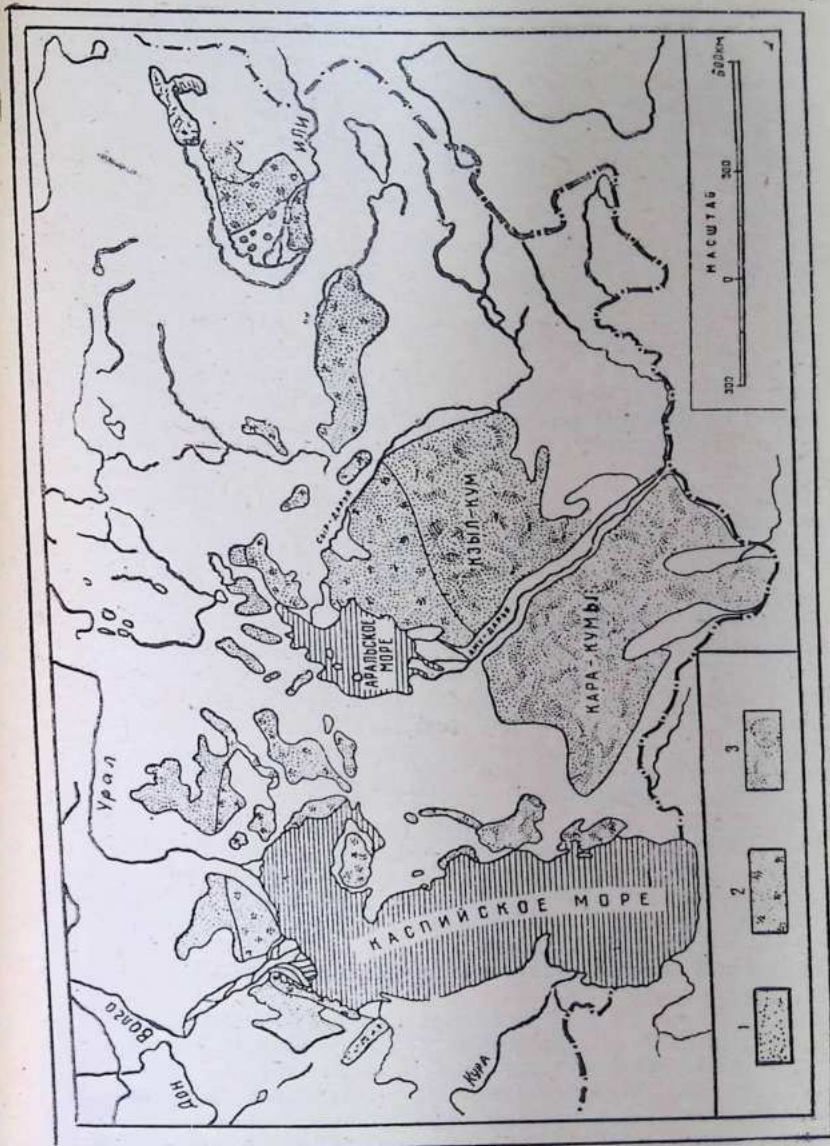


Рис. 104. Песчаные массивы пустынь и полупустынь СССР (по С. А. Никитину)

1 — пески полупустынь; 2 — пески северной пустыни; 3 — пески южной пустыни

сотные отметки их снижаются с СВ на ЮЗ и находятся в Каракумах в пределах 50—250 м, в Кызылкумах 76—400 м.

Каракумы занимают около 26 млн. га, или 59% площади Туркмении. Они разделяются на три основных морфологических района: низменные, Заунгузские и приморские Каракумы.

Низменные Каракумы расположены в равнинной части Туркменистана, между Афгано-Иранской границей и северным подножием Копет-Дага на юге и Заунгузском плато на севере. По форме рельефа это барханные, бугристые и грядовые пески.

Крупным участком подвижных труднозарастающих песков является здесь Приамударынская барханная полоса, тянущаяся по право- и левобережью среднего течения Аму-Дарьи от Керки до Денау. Длина этой полосы несколько сот километров, а ширина от 10—15 до 60—70 км.

Заунгузские Каракумы расположены в северо-восточной части Туркменистана. Их образование связано с развеванием и переотложением рыхлых коренных пород Заунгузского плато. По форме рельефа это преимущественно бугристые и грядовые пески.

Приморские Каракумы занимают юго-западную часть Прикаспийской низменности. Эти пески образовались в результате развевания древних или современных морских отложений. Встречаются также пески континентально-эолового происхождения. Здесь можно наблюдать формы песчаного рельефа, включая голые приморские дюны.

В Узбекистане песчаные массивы занимают около 11 млн. га, или 26% всей площади. Основная часть этих массивов (около 80%) расположена в Каракалпакской АССР.

Главный песчаный массив (свыше 10 млн. га) представлен пустыней Кызылкум, занимающей обширное Кызылкумское плато и древнеаллювиальные долины низовьев Аму-Дарьи и Сыр-Дарьи. Большая часть пустыни занята грядовыми, грядово-бугристыми и реже барханными песками. Последние встречаются главным образом по правобережью Аму-Дарьи в среднем и нижнем ее течении, по периферии Бухарского, Каракульского, Турткульского и Нукусского оазисов. Пески пустыни местами чередуются с таковыми, солончаками и галечниково-щебенистыми пространствами.

Отдельные песчаные массивы представляют собой пески Сундукли, Каттакумы и др.

Пески Сундукли являются продолжением пустыни Кызылкум на юге, между долинами рек Амударьи и Кашкадарьи. Северная и южная части массива (южная часть — на территории Туркмении) сложены песками, возникшими при развевании и переотложении древнеаллювиальных отложений. Центральная часть массива представлена песками, нанесенными сюда при развевании рыхлых коренных отложений.

Пески Каттакумы, образовавшиеся в процессе развития коренных пород и речных отложений, находятся в Сурхандарьинской области, к западу от р. Сурхандарья, в ее нижнем течении.

Отдельные массивы песков имеются также в южной части Каракалпакской АССР (массив Кырк-Кыз и др.), в Хорезмской области, в Ферганской долине (Присурхандарьинские пески, пески Кайракчи-Кум, пески Центральной Ферганы). Из песчаных массивов Центральной Ферганы наиболее крупный — Талкудук-Кум.

В Таджикской и Киргизской ССР песчаные массивы, по сравнению с Туркменистаном и Узбекистаном, занимают относительно небольшую площадь (около 1 млн. га).

С древнейших времен пески пустыни с ее растительностью использовались народами Азии для хозяйственной деятельности (на корм скоту, топливо и др.). Известно искусство этих народов накапливать и сберегать дождевые воды в пустыне с помощью сооружений — «как о в» (искусственные открытые водоемы) и «сардоб» (водоемы с кирпичной облицовкой и куполообразными сводами).

Все большая площадь отвоевывается у песчаных пустынь и производительно используется населением в настоящее время (путем облесения песков, обводнения песчаных массивов, использования подземных, артезианских вод и др.). Вместе с тем огромные площади песков еще остаются неосвоенными. Во многих случаях голые подвижные пески наносят населению и сельскому хозяйству культурных оазисов большой ущерб. Они заносят населенные пункты, посевы и насаждения, автомобильные и железные дороги, ирригационные каналы, коллекторно-дренажную сеть.

Очищать занесенные песком ирригационные и дренажные каналы очень трудно, так как в ковше экскаватора песок не держится и сыпется.

Заносы песком часто сопровождаются «гармилем» (жаркий сухой ветер) или «афганцем» (пыльная буря).

До революции и в первые годы Советской власти пески наносили очень большой вред народному хозяйству Хорезмского, Бухарского, Ферганского, Сурхандарьинского оазисов Узбекской ССР и в приамударьинской полосе Туркменской ССР. Планомерные работы по закреплению и освоению песков в этих оазисах и по их периферии были начаты в 1924—1929 гг. С 1932 г. Узбекская лесокультурная опытная станция (УзЛОС) занялась научным исследованием этого вопроса. Впоследствии станция была реорганизована в Узбекский, а затем (с 1949 г.) в Среднеазиатский научно-исследовательский институт лесного хозяйства и агролесомелиорации (СредазНИИЛХ).

Значение работ по освоению для пустынного животноводства и другого использования песков все более возрастает. В нас-

тоящее время ежегодный прирост лесных насаждений в песках Узбекистана и Туркменистана достигает 20—30 тыс. га и он все более увеличивается.

2. Пески, их образование, формы рельефа и лесорастительные условия

Сыпучие пески представляют зернистые подвижные образования из зерен кварца, полевого шпата и других минералов, более или менее отвесных от гумуса и мелкозема (илистых и пылеватых частиц). В пустынной зоне образование подвижных песков обусловлено большей частью длительным процессом физического и химического выветривания и последующей ветровой обработки коренных дочетвертичных пород.

Наряду с этим возможно образование песков в результате разрушения и переотложения морских, речных, водно-ледниковых отложений, а также распадки и неправильного освоения неразбитых целинных песчаных и супесчаных почв.

По классификации С. С. Соболева пески по их генезису разделяются на: 1) аллювиальные (речные) и аллювиально-озерные (аллювиально-морские); 2) флювиогляциальные (возникшие из водно-ледниковых отложений); 3) морские; 4) эоловые (пески различного происхождения, подвергшиеся переработке и переотложенные ветром).

Ведущий элемент ландшафта песков — их рельеф. В формировании его важную роль играет сыпучесть песков и условия их воздушного перемещения. Известна чрезвычайная турбулентность (беспорядочность, хаотичность) ветропескового потока у поверхностного песка, обусловленная изменением скоростей и направлений этого потока даже на коротких отрезках времени.

Установлено также, что движение отдельных песчинок в ветропесчаном потоке происходит тройным образом: а) медленным движением по поверхности песка наиболее крупных песчинок (перекатыванием); б) скачкообразным перемещением по коротким траекториям менее крупных песчинок; в) во взвешенном в воздухе состоянии.

По исследованиям А. В. Гвоздикова интенсивность переноса песка обратно пропорциональна его влажности и шероховатости поверхности, количество же переносимого песка пропорционально кубу скорости ветра, начиная с пороговых скоростей. При этом отрываются от поверхности и переносятся в воздухе главным образом частицы диаметром меньше 0,5 мм, частицы же более крупные перемещаются в виде песчаной ряби и перекатываются по поверхности.

В зависимости от условий взаимодействия ветра и песчаной массы, видового и количественного состава растительности и других факторов могут возникать и сменять друг друга различ-

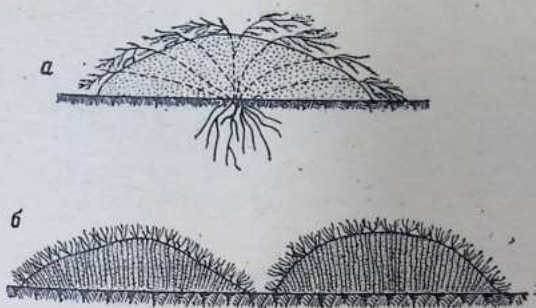


Рис. 105. Кучевые пески:

а — образованные хармыком (*Nitraria Schoberi*); б — тамариксом (*Tamarix ramosissima* Ldb)
(по П. А. Обручеву)

ные формы песчаного рельефа. Для полупустынной и пустынной зон различают следующие основные формы этого рельефа: кучевые пески; барханные; барханно-бугристые и бугристые; грядовые пески.

Кучевые пески образуются обычно на ровной поверхности шора* или такыровых почв в виде разбросанных небольших песчаных холмов (куч), формирующихся у одиночных или небольшими группами расположенных растений (рис. 105). Высота песчаных куч в зависимости от вида растений может быть в пределах 1—5 м и больше.

Барханные пески представляют собой обтекаемую, эоловую форму скопления песка в виде барханов (рис. 106). Одиночный бархан характеризуется двумя несимметричными склонами: пологим наветренным и крутым вогнутым подветренным, с вырастающими по бокам его полукруглыми «рогами».

По размерам различают мелкобарханные пески высотой до 1 м, среднебарханные от 1 до 3 м, крупнобарханные от 3 до 7 м и высокобарханные высотой более 7 м (по классификации М. П. Петрова).

Барханно-бугристые пески. Бугристые пески представляют очень распространенную форму эолового рельефа, состоящую из песчаных, неправильно округленных, заросших или полузаросших бугров высотой до 10 м (рис. 107). Бугры



Рис. 106. Барханные пески (фото А. А. Трушковского)

* Ш о р — солончак, образовавшийся при высыхании соленого озера.



Рис. 107. Среднебугристые заросшие пески (фото С. Наумова)

соединены в гряды, или цепи, или же разъединены котловинами разной величины. Бугристые пески образуются обычно в процессе зарастания растительностью барханов и барханных цепей.

Грядовые пески — это скопление песка в виде вытянутых возвышенностей различной высоты (рис. 108). Песчаные гряды формируются главным образом в результате эоловой (ветровой) деятельности и располагаются примерно параллельно одна другой в направлении, близком к направлению господствующих ветров. Межгрядовые пространства превышают ширину гряд.

По степени зарастания песков растительностью различают:

1. Голые подвижные и слабозаросшие пески;



Рис. 108. Грядовые пески (по Б. А. Федоровичу)

2. Полузаросшие пески (15—35% проектного покрытия растительностью);

3. Заросшие пески (более 35% проектного покрытия растительностью).

Лесорастительные условия песчаных пустынь зависят от особенностей климата, характера рельефа песков, их водно-физических свойств и химического состава, содержания в них питательных веществ, степени уплотнения и заросленности песков, глубины залегания, степени минерализации грунтовых вод и других факторов.

Климат пустынь Средней Азии характеризуется большими амплитудами в годовом и суточном ходе температур, очень малым количеством атмосферных осадков (80—150 мм в год), знойным летом и холодной зимой. Дневные температуры воздуха доходят до 49—50°, зимние их минимумы до минус 25—30°. Относительная влажность воздуха опускается до 10 и даже 5%. Скорость ветра часто превышает 15 и даже 20 м/сек.

Возможное испарение (испаряемость) исключительно велико. Оно может достигать за год 2500—3000 мм, при фактическом годовом испарении (в связи с малым количеством осадков) не более 100 мм.

В песчаных пустынях основным источником водного питания растений являются атмосферные осадки в виде дождей и снега. Источником влаги для растений могут быть и грунтовые воды при относительно близком их залегании (2—5 м) и невысокой минерализации.

Существенную роль в накоплении влаги в песках и использовании ее растениями (Б. П. Орлов, А. Ф. Федоров, Э. Н. Благовещенский) отводят конденсационной влаге. Такая влага может образовываться с глубины 1—2 м, в слое мощностью 1—3 м, вследствие конденсации водяных паров воздуха (главным образом почвенного и отчасти атмосферного). За счет этой влаги древесно-кустарниковая растительность, в местообитаниях с глубокими грунтовыми водами, может жить с июня по октябрь включительно, когда поверхностный слой песка иссушается.

Определяющим фактором передвижения песков в пустыне является ветровой режим, который существенно влияет на лесорастительные условия. Для оценки ветровой деятельности важны показатели не только скорости ветра (м/сек), но и кинетической его энергии в кг/м^2 вертикальной плоскости (по шкале Боффта). Эти показатели имеют большие различия для отдельных районов. Так, если годовая сумма среднемесячных показателей кинетической энергии ветра для Хивы 498 кг/м^2 , для Намангана — 918 кг/м^2 , для Ургенча — 1338 кг/м^2 , для Коканда — 3302 кг/м^2 , то для района Небит-Дага в Юго-Западной Туркмении — около 5000 кг/м^2 . С возрастанием скорости ветра и кинетической его энергии лесорастительные условия

песков и лесомелиоративные мероприятия для их освоения становятся все более трудными.

Важное значение имеют механический состав, физические и водные свойства песков.

По механическому составу различают пески: крупные, с диаметром частиц 2—1 мм, средние — 1—0,5, мелкие — 0,5—0,25, пылеватые — 0,25—0,05 мм. В песчаных пустынях Средней Азии преобладают мелкозернистые и пылеватые пески с диаметром частиц 0,5—0,05 мм.

С механическим составом тесно связаны порозность (скважность) и водные свойства песков (влагоемкость, водопроницаемость, водоподъемная и конденсационная способности). От этих свойств в большой мере зависит водный режим и лесорастительные условия песков.

Порозность крупного песка составляет 35—39%, среднего 40, мелкого 42—45 и пылеватого 47—55%.

Величина влагоемкости песка (полной, капиллярной, полевой, максимальной молекулярной) изменяется в зависимости от механического состава и наличия перегнойных веществ в нем. Чем меньше средний диаметр частиц песка и больше в нем органических веществ, тем выше его влагоемкость.

Максимальная молекулярная влагоемкость находится в пределах 1—3%, полевая влагоемкость 4—6%, полная влагоемкость 20—25% веса.

Водопроницаемость песков большей частью высока. Для барханных Каракумов она достигает 9—10 см/мин.

Водоподъемная способность песка с уменьшением диаметра его частиц повышается. По М. Филатову максимальная высота капиллярного поднятия воды песками составляет следующие величины: крупный песок — 65 см, средний — 131, мелкий — 246, пылеватый — 428 см.

Благодаря значительной водопроницаемости и низкой влагоемкости в песках задерживаются почти все осадки и происходит накопление влаги даже при минимальных дождях.

Химический состав и содержание в песках питательных веществ в значительной мере зависят от механического состава песка. С увеличением содержания мелких механических фракций возрастает содержание в песке кальция, калия, фосфора (CaO , K_2O , P_2O_5) и в большой степени полуторных окислов алюминия и железа (Al_2O_3 и Fe_2O_3). Несмотря на это отмечается общая бедность песков элементами пищи растений.

По содержанию воднорастворимых солей пески могут быть незасоленными, слабо-средне- и сильнозасоленными. Чаще всего встречаются слабозасоленные пески. В Бухарской области солонными, в Юго-Западной Туркмении средне- и сильнозасоленными.

В зависимости от рельефа и высотного положения песков,

гидрогеологических условий местности и других факторов глубина залегания грунтовых вод на песчаных массивах и участках может быть разной (от 1 до 50 м и глубже).

В пустыне Кызылкум в приоазисных районах грунтовые воды залегают на глубине 1—5 м, на остальной основной части площади на глубине до 10—30 м и больше. В Каракумах вблизи рек и на низменных площадях они находятся на глубине 5—10 м, на остальной площади 10—50 м, в отдельных случаях достигают 200—300 м.

Грунтовые воды чаще сильноминерализованы (содержание воднорастворимых солей до 20—40 г/л). Пресные грунтовые воды встречаются редко. Однако в пустыне имеются места с запасами пресных подземных вод (например, в Кызылкуме). На отдельных участках пустынь подземные воды залегают в форме подпесчаных или подтакырных пресных линз, объемом в десятки и сотни кубометров, плавающих на засоленных грунтовых водах.

При большой сухости климата и ограниченности влаги на песках могут произрастать только приспособленные к этим условиям растения псаммофиты (песколюбы). Однако состав растительных группировок на песках не остается постоянным. Под воздействием жизнедеятельности псаммофитов — пионеров, постепенно изменяются водно-физические и агрохимические свойства песков. Происходит уплотнение песчаного субстрата, обогащение песка перегноем и пылеватыми частицами, повышается влагоемкость и влажность песков. В связи с этим сообщества растений — пионеров уступают место другим сообществам, менее требовательным к рыхлости и влажности почвы и более требовательным к условиям минерального питания.

3. Закрепление и освоение песков

В сельскохозяйственной практике применяют как предупредительные, так и активные меры борьбы с песками.

Предупредительные меры направлены на устранение причин, вызывающих образование разбитых подвижных песков. Меры эти заключаются в недопущении на песчаных территориях нерегулированного выпаса скота, неупорядоченных беспланируемых заготовок топлива, уничтожения травянистой и кустарниковой растительности и др.

Активные меры борьбы направлены на закрепление подвижных песков, недопущение их дальнейшего поступательного движения. Для достижения этого важно защитить поверхность песка от воздействия ветра и процессов выдувания, либо же понизить скорости ветра в приземных слоях воздуха. Очень важно также скрепить подвижный песок корнями древесных, кустарниковых и травянистых растений.

Эти задачи решаются устройством механических защит, вы-

ращиванием живых защит (фитомелиорация), либо же использованием совместно механических и живых защит.

Механические защиты представляют собой большей частью вертикальные преграды (щиты, заборчики) разной плотности, размещенные на различном расстоянии друг от друга. Они служат для создания лучших условий приживаемости растений, которые высеваются или высаживаются вдоль них.

Механические защиты закрепляют подвижный песок, задерживают переносимый ветром песок, а также предохраняют посевы и посадки песчаных кустарников от выдувания ветром и засыпания песком. Во многих случаях они способствуют также лучшему накоплению и сохранению влаги песком.

Типы и конструкции механических защит в основном зависят от ветрового режима данной местности и типа песков. В районах с различным ветровым режимом возможно применение трех типов механических защит: стоячечеточных, полустоячих и «продольных» устилочных.

Стоячие клеточные защиты целесообразны при сильных ветрах и большой подвижности песков. Такие защиты ликвидируют действие ветров любых направлений. Они представляют собой сплошные заборчики из камыша или местных трав (полынь, акбаш, янтак, селин), устанавливаемые клетками 2×2 или 3×3 м, что зависит от силы ветра. Высота защит 60 см. Нижняя часть их на 20 см зарывается в песок по предварительно отрытым канавкам. В защитных клетках черенки высаживают примерно на половине расстояния до центра клетки, семена же высевают прямо в клетки.

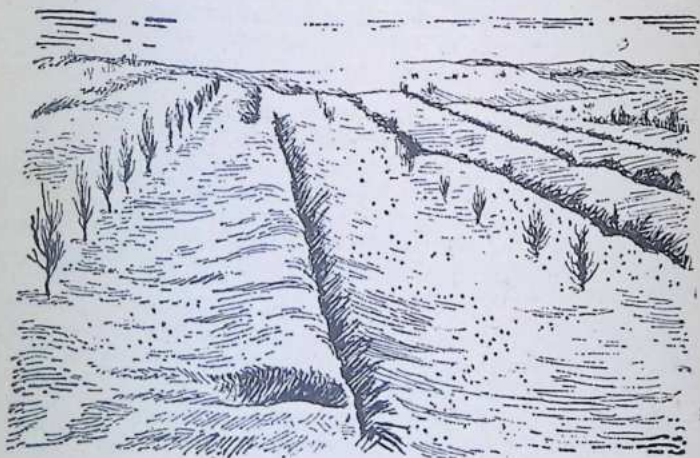


Рис. 109 Посадки черенков кандыма по полустоячим механическим защитам.

Полустоячие механические защиты (рис. 109) ставят рядами. Защитные снопы из местных трав укладывают в наклонном положении комлем в канавку, а вершиной в сторону, противоположную направлению господствующего ветра. Комли прикапывают.

Защиты устанавливают с таким расчетом, чтобы высота защит по перпендикуляру от верхнего их среза до поверхности песка равнялась 35 см, а угол наклона щитов составлял примерно 55° . Расстояния между рядами защит — 3—4 м. Черенки высаживают с подветренной стороны на расстоянии 80—100 см от защит.

Устилочные «продольные» механические защиты. Они целесообразны при умеренных ветрах с небольшими их скоростями. Пучки трав укладывают перпендикулярно ветру, полосой шириной 25—30 см и толщиной 5 см. Черенки рекомендуется высаживать с наветренной стороны непосредственно у механических защит.

Целесообразны механические защиты на ползаросших и мелкобарханных песках. Они могут рассматриваться лишь как временные сооружения первого этапа закрепительных работ, требующие дальнейшего усиления методом закрепления живыми защитами.

Механические защиты требуют больших затрат труда, так как устраиваются вручную. Они очень дороги и притом недолговечны (срок службы не более 3—4 лет). Поэтому их применение в настоящее время очень ограничено. Важно использование более производительных и экономичных способов закрепления и освоения подвижных песков.

Одним из таких способов является «блокирование» барханов, при котором на межбарханных понижениях механизированным способом высевается черный саксаул и черкез. Создаваемые насаждения заграждают путь пескам, задерживают движение барханов, причем сами барханы постепенно сглаживаются (нивелируются) и покрываются растительностью.

На засоленных и сильно уплотненных такыровидных межбарханных понижениях до посева заблаговременно проводят бороздование площади (глубина борозд до 20—25 см). Борозды постепенно заносятся песком, и приживаемость всходов на них намного выше, чем вне борозд. Это объясняется тем, что в запесоченных бороздах солей содержится значительно меньше, чем на межбороздной целине.

Облесение ползаросших песков (пологоволнистых, мелкобугристых, грядовых) возможно без механических защит непосредственным севом в пески более ценной породы — черного саксаула или саксаула с примесью черкеза. При таком освоении для всходов саксаула защитой является уже имеющаяся на песках растительность.

Сев саксаула, смеси саксаула с черкезом и других песко-

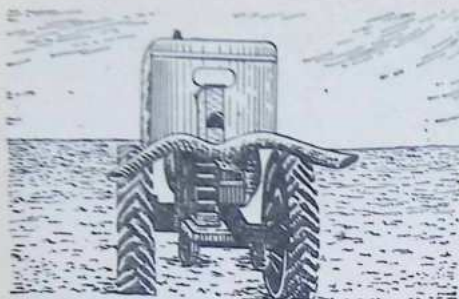


Рис. 110. Эжекторная сеялка СЭК-Т конструкции СредазНИИЛХ

закрепителей на больших площадях проводят с автомашин или специальными тракторными навесными сеялками (рис. 110). Аэросев саксаула самолетами оказался малоэффективным и в настоящее время почти не применяется.

З а р а щ и в а н и е песков растительностью — наиболее надежный и долговечный способ их закрепления.

Выращивание на песках растительности имеет большое защитное (от развевания песков), а также пастбищное значение. Древесная и крупная кустарниковая растительность имеет существенное значение и как источник топлива.

Для заращения песков применяют растения песколюбы (псаммофиты), неприхотливые к водному и минеральному питанию. В Средней Азии используют главным образом следующие растения (табл. 75).

Таблица 75

Важнейшие растения для заращения песков

Растение	Латинское название	Местное название
1. Черный саксаул	<i>Haloxylon aphyllum</i>	Кара-сазак, кара-сексеуль
2. Белый саксаул	<i>Haloxylon persicum</i>	Ак-сазак, катын-сексеуль
3. Черкез Рихтера	<i>Salsola Richteri</i>	Шеркез
4. Джузгун древовидный	<i>Calligonum arborescens</i>	Ак-кайдым
5. Кандым шерстистоногий	<i>Calligonum erispodum</i>	Чакыш, жузгун
6. Туранга сизолистая	<i>Populus prcnosa</i>	Петта, кара-терек
7. Песчаная акация	<i>Ammodendron Conollyi</i>	Куян-суек, сюзень
8. Гребенщик Андросова	<i>Tamarix Androsowii</i>	Юлгун, жингия

Основной, более долговечной и производительной породой является черный саксаул (рис. 111). Обычная его высота 4—5 м, диаметр ствола у основания 0,5 м, хорошо развита поверхностная корневая система, а также имеются мощные вертикальные корни, проникающие до грунтовых вод на глубину

8—10 м. Высокоствольные формы черного саксаула в возрасте 5—7 лет дают 5—10 ц сухой кормовой массы и 1—3 ц семян с 1 га.

Саксаул белый, или песчаный, — крупный кустарник высотой 4—5 м с диаметром ствола у основания до 20 см. Корневая система хорошо развита, способна использовать глубоко залегающие грунтовые воды.

Кроме посева черного и белого саксаула, практикуют посев черкеза и кандыма (джузгуна) одновременно с посадкой их черенками (рис. 112, 113). Применяют также комбинированное выращивание культур, при котором такыровидные участки и среднезаросшие пески засевают саксаулом, а участки со слабозаросшими песками засевают и засаживают черкезом и кандымом.

На песках с равнинно-холмистым рельефом, слабозаросленных возможна посадка черкеза и кандыма без механических защит или под естественную защиту (травянистую, кустарниковую).

Хорошо выдерживает засыпание песком тамарикс (гребенщик). По мере засыпания он снова прорастает и образует кусты, пронизывающие барханы. Поэтому он может с успехом применяться для борьбы с продвижением песков и при обсадке передовых защитных линий.

Черкез, кандым, гребенщик возобновляют семенами, посадками сеянцев и черенков, белый и черный саксаул — семенами и посадками сеянцев.

На засоленных песках лучше устраивать грейдером глубокие борозды — валы (через 10—15 м), на которых задерживается переметающийся песок, покрывая солончак. Этим создаются благоприятные условия для высаживания черенков солеустойчивых кустарников (лох, гребенщик, сарсазан, галостакиз). На слабозапесоченных солончаках могут расти и такие ценные кормовые травы, как верблюжья колючка, злак элюропус.

При облесении песков с близким залеганием пресных грунтовых вод эффективны лиственные и плодовые породы: туранга



Рис. 111. Черный саксаул 11-летнего возраста (Бухарский заслон). По Б. А. Федоровичу.



Рис. 112. Через Палецкого
(по Е. П. Коровину)



Рис. 113. Джугун шерстистоногий
(по Е. П. Коровину)

сизолистая (петта), тополь разнолистый, лох мелкоплодный (джида), черный и белый тополь, акация белая, абрикос, персик.

Возможно освоение песков и под поливные культуры. Так, в Кызылкуме для нужд животноводства и чабанов осваивают часть площади под кормовые культуры, бахчи и плодовые насаждения на базе орошения артезианскими водами.

Хорошо закрепляют пески и травы, поэтому в качестве переходного мероприятия следует заниматься травосеянием. Состав трав должен включать те же виды, что произрастают на песках в естественном состоянии: селин, илек, песчаная осока и др.

В отдельных случаях закрепление песков ведут и с помощью разработанных Агрофизическим институтом ВАСХНИЛ физико-химических методов (внесение особых связывающих полимерных веществ — крилиумов, использование битумных эмульсий, а также полиакриламида для создания на поверхности песка скрепляющей прочной пленки). Пленка, созданная полиакриламидом, не только скрепляет грунт, но и является удобрением.

Она хорошо поглощает влагу и плохо ее отдает, удерживает питательные вещества в поверхностном слое.

Пескозакрепление посевом или посадкой песчаных пород в сочетании с нанесением пленок из растворов пескоукрепителей применяют на подвижных песках вдоль газо- и нефтепроводов, каналов и полей.

В настоящее время основные очаги подвижных песков по границам с оазисами и вдоль железных дорог (в Узбекистане, Туркмении) уже закреплены различными насаждениями на большой площади. Тем не менее объем предстоящих работ по освоению песков еще огромен.

4. Освоение песчаных и супесчаных почв

В пределах Средней Азии наряду с большими массивами песков имеются значительные площади песчаных и супесчаных неразбитых почв, которые могут быть освоены для сельскохозяйственного использования. В Узбекистане такие почвы есть в Каршинской степи, в Центральной Фергане, западных районах Ферганской области, в Хорезмской, Бухарской, Сурхандарьинской областях и других районах.

Песчаные и супесчаные почвы при неправильном использовании легко разбиваются и развеваются (превращаются в пески), так как их верхние, более или менее связанные горизонты, с небольшой глубины (0,2—0,8, иногда 1,5 м) подстилаются рыхлыми песчаными отложениями. Так, на пастбищах с такими почвами образование песков может происходить при неурегулированном выпасе скота, бессистемной заготовке топлива, уничтожении травянистой и кустарниковой растительности.

В условиях Средней Азии и Южного Казахстана песчаные и супесчаные почвы могут быть освоены и использованы под древесные и плодовые насаждения, виноградники, посевы кормовых, зерновых, овоще-бахчевых и технических культур. В зависимости от условий насаждения и посевы могут быть поливные и неполивные (богарные).

Для освоения и окультуривания песчаных и супесчаных почв необходимо проведение специальных мероприятий. В условиях орошения одним из таких мероприятий является кольматирование (заилиение) почв. Кольматаж необходим для создания гумусового слоя почвы, обогащения ее мелкоземом и перегноем. Для этого на песчаное поле подают взмученную воду, обогащенную мелкоземистыми наносами. При кольматаже основная масса иловатых частиц задерживается в поверхностном слое песка, но часть глинистых и коллоидных частиц будет проникать и в глубь толщи песка.

Для повышения плодородия песчаных и супесчаных почв, их связанности и влагоемкости следует вносить большие дозы



Рис. 114. Песчаный овес (княк) в песках. Фото М. А. Орлова

Рис. 115. Песчаная осока (илак) в песках. Фото Н. Н. Пельта

землистых и органических удобрений (навоза до 30—40 т/га), а также широко применять на них сидерацию (зеленые удобрения). В РСФСР, Белоруссии и на Украине главным сидератом, улучшающим песчаные почвы, является люпин (синий, желтый, многолетний). В Средней Азии в этих целях можно использовать шадар, райграс, смесь шадара и райграса, местный донник и другие культуры.

Во избежание развевания песков песчаные и супесчаные почвы следует пахать полосно-кулисным способом. Ширина вспаханных полос и непаханных кулис не должна быть более 12 м. Располагать их следует поперек направления господствующих ветров. Важно применять в первые годы и полосное размещение культур — чередование посева однолетних культур с полосами многолетних трав.

Заслуживает внимания зарубежный опыт коренного улучшения рыхлых песчаных почв. Так, в Венгрии применяют глубокую закладку в почву двух-трех слоев мелиорирующего органического вещества (спелый навоз с добавкой глины, компост с достаточным содержанием органических и минеральных коллоидов, торфонавозная смесь и др.). Толщина каждого слоя не меньше 1 см. Глубина заложения первого слоя 45—65 см. Второй, а при необходимости и третий слой, закладываются через три года на 15 см выше предыдущего.

При таком расположении обогащающих почву слоев главная масса корней скапливается у этих слоев и густо переплетает их. Процесс минерализации органического вещества проходит замедленно, что способствует рациональному его использованию. Под влиянием заложенных слоев происходит торможение быстрой фильтрации атмосферных осадков, увеличивается влагоемкость почвы, улучшается снабжение растений усвояемой водой и питательными веществами.

Важное значение при освоении песчаных почв имеет введение севооборотов с участием трав (люцерны).

Отдельные песчаные участки могут быть превращены в пастбищные угодья посевом таких трав-закрепителей, как песчаный овес (кияк) (рис. 114), песчаная полынь, селин, песчаная осока (илак) (рис. 115) и др. При достаточном развитии этих растений можно начать подсевы высокоценных кормовых трав (житняк, донник песчаный и др.).

Этот же метод (предварительный посев трав-закрепителей с последующим подсевом ценных кормовых трав) может применяться в начале освоения песчаных почв и в полевом севообороте.

ЛИТЕРАТУРА

ОБЩАЯ

- Аверьянов С. Ф. Борьба с засолением орошаемых земель. М., «Колос», 1978.
- Агролесомелиорация (под ред. Н. И. Суса и Ф. И. Серебрякова). М., «Колос», 1966.
- Ахмедов Х. А. и др. Сельскохозяйственные мелиорации. Т., Госиздат УзССР, 1959 (на рус. и узб. яз.).
- Ахмедов Х. А. Осушительные мелиорации. Т., «Учитель», 1974.
- Беседнов Н. А. Мелиорация засоленных почв. М., Сельхозгиз, 1958.
- Варуница Э. С. Мелиорация засоленных земель. М., «Колос», 1969.
- Владыченский С. А. Сельскохозяйственная мелиорация почв. М., изд. МГУ, 1964.
- Гидрология и мелиорация почв Таджикистана. Душанбе, «Ирфон», 1969.
- Костяков А. Н. Основы мелиорации. Изд. 6-е М., Сельхозгиз, 1960.
- Легостаев В. М. Мелиорация засоленных земель. Т., Госиздат УзССР, 1959 (на рус. и узб. яз.).
- Маслов Б. С., Нестеров Е. А. Вопросы орошения и осушения в США. М., «Колос», 1967.
- Мелиорация орошаемых почв Таджикистана. Душанбе, «Дониш», 1969.
- Мелиорация почв в СССР. М., «Наука», 1971.
- Мелиорация земель в СССР. М., «Колос», 1975.
- Нерозин А. Е. Мелиорация засоленных орошаемых земель Узбекистана. Изд. «Узбекистан», Т., 1974.
- Рабочев И. С. Мелиорация засоленных почв среднего течения Аму-Дарьи. Ашхабад, 1964.
- Сельскохозяйственные гидротехнические мелиорации (Скрипчинская Л. В., Янголь А. М. и др.), Киев, Изд. «Вища школа», 1977.
- Теория и практика борьбы с засолением орошаемых земель. (Труды ВАСХНИЛ), М., «Колос», 1972.
- Федоров Б. В. и др. Засоленные земли Ферганы и их мелиорация. М.-Т. Объединенное госиздательство (Среднеазиатское отделение), 1934.
- Черкасов А. С. Мелиорация и сельскохозяйственное водоснабжение. М., Сельхозгиз, 1958.

К ГЛАВЕ I

- Влияние орошения на вторичное засоление, химический состав и режим подземных вод. Сборн. М., «Наука», 1964.
- Волобуев В. Р. Засоление почв в Азербайджане в естественноисторическом и мелиоративном освещении. Баку, АН АзССР, 1948.
- Вопросы происхождения засоленных почв и их мелиорация. Сборн. М., АН СССР, 1954.

- Вопросы мелиорации Голодной степи. Т., Изд. СовхозНИИ, 1967.
Орошение и мелиорация почв. АН СССР, М., «Наука», 1977.
Панков М. А. Процессы засоления и рассоления почв Голодной степи. Т., Институт почвоведения МСХ УзССР, 1961.
Проблемы засоления почв и водных источников. Сборн. М., АН СССР, 1960.
Рамазанов А., Курбанбаев Е., Якубов Х. Некоторые вопросы мелиорации засоленных земель в низовьях Аму-Дарьи. Нукус. Изд. «Шах-калпакстан», 1978.
Розанов А. Н. Фазы, стадии и типы вторичного засоления почв при орошении. Сборн. М.-Л., АН СССР, 1946.

К ГЛАВЕ II

- Астапов С. В. Мелиоративное почвоведение (практикум). М., Сельхозгиз, 1958.
Виленский Д. Г. Засоленные почвы, их происхождение, состав и способы улучшения. М., «Новая деревня», 1924.
Востокова Е. А., Шавырина А. В., Ларичева С. Г. Сравнительные по растениям-индикаторам грунтовых вод и почвогрунтов для южных пустынь СССР. М., Госгеолтехиздат, 1962.
Иванов Е. Н., Розанов А. Н. Классификация засоленных почв. М., «Почвоведение», № 7, 1939.
Ковалев Я. А. Осолонцовывание карбонатных почв под влиянием натриевых солей. Труды Среднеазиатского института почвоведения, вып. 3, Т., 1968.
Ковда В. А. Солончаки и солонцы. М., АН СССР, 1937.
Ковда В. А. Происхождение и режим засоленных почв, тт. I и II. М.-Л., АН СССР, 1946—1947.
Кугучков Д. М. О карбонатном соленакоплении в почвах Узбекистана. Т., Известия АН УзССР, № 3, 1953.
Мишашина Н. Г. Орошаемые почвы пустыни и их мелиорация. М., «Колос», 1974.
Панков М. А. Мелиоративное почвоведение. Т., «Укитувчи», 1974.
Плюснин И. И. Мелиоративное почвоведение. М., «Колос», 1964.
Почвы Голодной степи как объект орошения и мелиорации. Труды почвенного института им. Докучаева В. В. М.-Л., 1948.
Почвы Узбекской ССР, тт. I—III, Т., Изд-во АН УзССР, 1949—1964.
Розанов А. Н. Почвы глинистых пустынь и орошаемых районов Средней Азии. М.-Л., АН СССР, 1939.
Розов Л. П. Мелиоративное почвоведение. М., Сельхозгиз, 1956.
Федоров Б. В. Определение степени засоления и увлажнения почвы по растительному покрову. Т., Госиздат УзССР, 1964.

К ГЛАВЕ III

- Азимов Р. А. Физиологическая роль кальция в солеустойчивости хлопчатника. Т., «Фан», 1973.
Бурьгин В. А. Современное состояние вопроса о солеустойчивости хлопчатника. Труды научной сессии АН УзССР, Т., 1947.
Генкель П. А., Строганов Б. П. Физиология растений, потребляющих соленую воду. Сборн. «Проблемы засоления почв и водных источников». М., АН СССР, 1960.
Кабаев В. Е. Солевыносливость сельскохозяйственных культур. Т., «Социалистическое сельское хозяйство Узбекистана», № 1, 1953.
Ковда В. А., Мамаева Л. Я. Пределы токсичности солей в почвах Пахта-Арала (Голодная степь) для люцерны и хлопчатника. М., «Почвоведение», № 4, 1939.
Оганесян А. П. О солеустойчивости плодовых культур. М., «Сад и огород», № 7, 1954.

Пиуновский Б. А. Сравнительная оценка солеустойчивости сельскохозяйственных культур. М., Научные записки Моск. ин-та инженеров водного хозяйства, т. 19, 1956.

Строганов Б. П. Растения и засоленные почвы. М., АН СССР, 1958.

Строганов Б. П. Физиологические основы солеустойчивости растений. М., АН СССР, 1962.

Шаврыгин П. И. О токсичности концентраций почвенного раствора для произрастания хлопчатника. М., «Почвоведение», № 11, 1961.

Шахов А. А. Солеустойчивость растений. М., АН СССР, 1956.

К ГЛАВЕ IV

Владимиров А. Г. Мелиоративная гидрогеология. М., Гостеолтехиздат, 1960.

Кац Д. М. Режим грунтовых вод в орошаемых районах и его регулирование. М., Сельхозиздат, 1963.

Кенесарин Н. А. Формирование режима грунтовых вод орошаемых районов. Т., АН УзССР, 1959.

Киселева И. К. Регулирование водно-солевого режима почв Узбекистана. Изд. «Фан» УзССР, Т., 1973.

Костяков А. Н., Фаворин И. Н., Аверьянов С. Ф. Влияние орошения на режим грунтовых вод. М., АН СССР, 1956.

Крылов М. М. Основы мелиоративной гидрогеологии Узбекистана. Т., АН УзССР, 1959.

Лебедев А. Ф. Почвенные и грунтовые воды. М.-Л., Изд. АН СССР, 1936.

Справочник гидрогеолога. Гостеолтехиздат. Изд. 2-е, М., «Колос», 1962.

Шмидт М. А. Закономерности режима грунтовых вод Узбекистана. Материалы по гидрогеологии и инженерной геологии УзССР, вып. I, Т., 1937.

К ГЛАВЕ V

Астапов С. В., Спенглер В. В. Предупреждение и борьба с засолением и заболачиванием орошаемых земель. М., Сельхозгиз, 1956.

Генусов А. З., Горбунов Б. В., Кимберг Н. В. Почвенно-климатическое районирование Узбекистана в сельскохозяйственных целях. Т., Изд. Узб. акад. с.-х. наук, 1960.

Ковда В. А. Мелиоративное районирование и вторичное засоление почв Голодной степи. «Проблемы советского почвоведения», М., АН СССР, 1941.

Ковда В. А. Классификация типов орошаемых оазисов и важнейшие мероприятия по борьбе с засолением и заболачиванием почв. Доклады АН СССР, т. XXIX, 2, 1945.

Легостаев В. М., Коньков Б. С. Мелиоративное районирование. Т., Госиздат УзССР, 1951.

Рачинский А. А. Теоретические принципы и экспериментальные обоснования мелиоративных комплексов для орошаемых районов аридной зоны (автореферат докторской диссертации). М., 1970.

Стец В. М. Мелиоративные мероприятия в Голодной степи. Т., Госиздат УзССР, 1946.

Федоров Б. В. Агромелиоративное районирование территории зоны орошения Средней Азии. Т., АН УзССР, 1953.

Шмидт М. А., Крылов М. М. Гидрогеологическое районирование Средней Азии. Материалы по гидрогеологии и инженерной геологии УзССР. Вып. 2, Т., Изд. Комитета наук УзССР, 1936.

К ГЛАВЕ VI

Вознесенский А. С., Астахова О. Х. Искусственное оглеение грунтов как метод снижения их фильтрационной способности. Труды ГрузНИИГМ, сб. 2 (15). Т., 1951.

Ибрагимов Г. А. Использование минерализованных вод на орошение хлопчатника. Т., «Фан», 1973.

Кенесарин Н. А. Грунтовые воды и их использование в условиях Голодной степи. Т., Госиздат УзССР, 1957.

Ковалев Я. А. Процессы осолонцевания почв при их орошении минерализованными водами. Материалы по производительным силам Узбекистана. Вып. 15, Т., АН УзССР, 1960.

Легостаев В. М. Об использовании вод повышенной минерализации на орошение. Т., Госиздат УзССР, 1961.

Мирзаев С. Ш. Запасы подземных вод Узбекистана. Т., изд. «Фан» УзССР, 1974.

Пославский В. В. Борьба с потерями воды из оросительных каналов за рубежом и в СССР. М., Гипроводхоз, 1957.

Способы борьбы с потерями воды на фильтрацию из оросительных каналов. Сборн. М., Сельхозгиз, 1952.

К ГЛАВЕ VII

Ахмеджанов М. А., Ким Г. Н. Планировка полей перед севом. Т., Госиздат УзССР, 1963.

Батраков Ю. Г., Дзядевич И. А. и др. Планировка орошаемых земель. М., «Колос», 1964.

Бурнацкий Д. П. Влияние лесных полос на климат приземного слоя воздуха, почву и урожай сельскохозяйственных растений. М., АН СССР, 1952.

Кабаев В. Е. Система агромелиоративных мероприятий на засоленных землях для получения высоких урожаев хлопка. Ашхабад, Труды VI сессии АН ТССР, 1954.

Коньков Б. С. Агротехнические меры борьбы с засолением почв. Т., Госиздат УзССР, 1948.

Коротун А. М. и др. Полезащитные лесные полосы в орошаемых районах Узбекистана и Южного Казахстана. М.-Л., 1950.

Лифшиц Э. А. Мелиорирующее влияние травопольных севооборотов в условиях засоленных почв Голодной степи. Сборн. «Вопросы мелиорации Голодной степи», Т., СоюзНИХИ, 1957.

Мануйлов Ю. Р., Гарбузов З. Е., Донской В. М. Машины для мелиоративного строительства. М., «Машиностроение», 1978.

Передовой опыт хлопкоробов Хорезмской области. Т., Госиздат УзССР, 1964.

Рябов Г. А., Мер И. И., Прудников Г. Т. Мелиоративные и строительные машины. Изд. 2-е, «Колос», М., 1976.

Технические указания по проектированию и производству планировки орошаемых земель. М., Гипроводхоз СССР, 1962.

Фимкин В. П. Выращивание лесных насаждений на засоленных землях. Т., Госиздат УзССР, 1963.

К ГЛАВЕ VIII

Астапов С. В. Промывка засоленных земель. М., Сельхозгиз, 1943.

Вознесенский А. С., Дуниамаян В. С. Влияние физико-химических свойств почвы на эффективность выщелачивания солей. Т., 1940.

Волобуев В. Р. Промывка засоленных почв. Баку, «Азернешр», 1948.

Волобуев В. Р. О промывных нормах при мелиорации засоленных земель. М., «Гидротехника и мелиорация», № 12, 1959.

Калашников А. И. Метод боковых подземных промывок засоленных земель. Т., «Узбекистан», 1965.

Морозов А. Т., Верниковская И. И. Водные свойства почв и выщелачивание солей. Труды почвенного института им. В. В. Докучаева АН СССР, т. 44, М., 1954.

Нерозин А. Е. Повышение эффективности, расчет норм и дифференциация промывок засоленных орошаемых земель. Сборн. «Вопросы мелиорации Голодной степи». Т., СоюзНИХИ, 1957.

Панин П. С. Процессы солеотдачи в промываемых толщах почвы. Новосибирск, «Наука», 1968.

Спенглер В. В. Выщелачивание солей при промывке засоленных почв. М., «Гидротехника и мелиорация», № 11, 1950.

К ГЛАВЕ IX

Аверьянов С. Ф. Горизонтальный дренаж при борьбе с засолением орошаемых земель. М., АН СССР, 1959.

Волобуев В. Р. Промывка и дренаж засоленных почв. Сборн. «Проблема засоления почв и водных источников». М., АН СССР, 1960.

Лютин Дж. Н. (ред.) Дренаж сельскохозяйственных земель. М., «Колос», 1964.

Значение дренажа в повышении плодородия почв. Сборн. Изд. АН СССР, М., 1956.

Малыгин В. С. Глубокий закрытый дренаж. Т., СоюзНИХИ, 1939.

Мер И. И. Мелиоративные машины. М., «Колос», 1964.

Нерозин А. Е. Дренаж и опреснение засоленных земель. Т., изд. «Узбекистан», 1964.

Применение дренажа при освоении засоленных земель. Сборн. М., АН СССР, 1958.

Решеткина Н. М., Барон В. А., Якубов Х. Э. Вертикальный дренаж. М., «Колос», 1966.

Технические указания по проектированию горизонтального дренажа засоленных земель. М., Гипроводхоз СССР, 1962.

К ГЛАВЕ X

Булаевский В. Ф. Просадки лёссовых суглинков в Голодной степи. Т., АН УзССР, 1956.

Вопросы освоения земель Средней Азии. Сборн. М., 1955.

Давий К. А. Основные агромелиоративные мероприятия по освоению новых засоленных земель. Т., Госиздат УзССР, 1963.

Егоров В. В. Засоленные почвы и их освоение. М., АН СССР, 1954.

Есипов М. С. Освоение засоленных земель. Госиздат УзССР. Т., 1951.

Зайцев В. Б. Рисовая оросительная система. М., «Колос», 1975.

Ковда В. А. Основы теории и практики мелиорации и освоения засоленных почв аридной зоны. Сборн. «Проблемы засоления почв и водных источников». М., АН СССР, 1960.

Легостаев В. М. Агро-мелиоративные мероприятия по освоению земель Центральной Ферганы. Т., изд-во МСХ УзССР, 1961.

Мелиорация почв Кура-Араксинской низменности. Сборн. АН СССР, М., 1962.

Нерозин А. Е. Освоение целины и залежи Голодной степи. Т., Госиздат УзССР, 1957.

Освоение Голодной степи. Сборн. М., Сельхозгиз, 1963.

К ГЛАВЕ XI

Абдуев М. Р. Повышение солонцеватости почв при промывках и меры борьбы с ней. М., «Хлопководство», № 12, 1964.

Валиев В. В. Мелиорация солонцеватых почв Туркестанской степи. Т., Труды СоюзНИХИ, вып. 1, 1960.

Вопросы сельскохозяйственного освоения низовьев Амударьи. Труды Арало-Каспийской комплексной экспедиции. Вып. 8, М., АН СССР, 1957.

Гедройц К. К. Солонцы, их происхождение, свойства и мелиорация. Избр. соч., т. 3, М., Сельхозгиз, 1955.

Мелиорация солонцов в СССР. М., АН СССР, 1953.

Пустыни СССР и их освоение. М.—Л., АН СССР, т. 1, 1950, т. II, 1954.

Такыры Западной Туркмении и пути их освоения. Сборн. М., АН СССР, 1956.

Успанов У. У. Генезис и мелиорация такыров. Труды почвенного института им. В. В. Докучаева, т. XIX, вып. I, М.—Л., 1940.

Чарьев М. Освоение такыровых почв. М., «Хлопководство», № 10, 1975.

К ГЛАВЕ XII

Бойко Н. П. Защитное лесоразведение в Узбекистане. Т., «Кыял Узбекистон» и «Правда Востока», 1958.

Борьба с горной эрозией почв и селевыми потоками в СССР. М., Гослесбумиздат, 1962.

Козьменко А. С. Основы противэрозийной мелиорации. М., Сельхозгиз, 1954.

Кочерга Ф. К. Укрепление и облесение горных склонов в Средней Азии. М., Гослесбумиздат, 1951.

Мирзаджанов К. М. Ветровая эрозия орошаемых почв Узбекистана и борьба с ней. Т., «Фан», 1973.

Молчанова А. И. Полезащитное лесоразведение в Узбекистане. М., «Лесная промышленность», 1969.

Панкова З., Панков М. Эрозия почв и борьба с ней. Т., «Узбекистан», 1965.

Селевые потоки и меры борьбы с ними. Сборн. АН СССР, М., 1957.

Соболев С. С. Эрозия почв и борьба с ней. М., Географиздат, 1950.

Якубов Т. Ф. Ветровая эрозия почвы и борьба с ней. М., 1955.

К ГЛАВЕ XIII

Бизяев И. А. Пески СССР и их облесение. М., Гослесбумиздат, 1949.

Гвоздилов А. В. Некоторые вопросы теории и практики закрепления песков Средней Азии. Т., Труды ТашСХИ, вып. 13, 1961.

Дробов В. П. Укрепление и зарощение песков в УзССР. АН УзССР, 1952.

Иванов А. Е., Матюк И. С., Миронов В. В. Пески и их освоение. М., 1955.

Кокшарова Н. Е., Петрова Г. Е. Передовой опыт закрепления и облесения песков Средней Азии и Южного Казахстана. Т., УзГИЗ, 1955.

Леонтьев А. А. Песчаные пустыни Средней Азии и их лесомелиоративное освоение. Т., Госиздат УзССР, 1962.

Петров М. П. Подвижные пески и борьба с ними. М., Географгиз, 1950.

Пустыни СССР и их освоение. М.—Л., АН СССР, т. 2-й, 1954.

АЛЕКСЕЙ ЕМЕЛЬЯНОВИЧ НЕРОЗИН
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ МЕЛИОРАЦИИ
(зона Средней Азии)

Второе, переработанное и дополненное издание

Ташкент—„Ўқитувчи“—1980

Редактор *М. Н. Бондаренко*
Художественный редактор *В. П. Слабун ов*
Технический редактор *Т. Г. Золотилова*
Корректор *М. Муратова*

ИБ № 1461

Сдано в набор 7. 12. 1979 г. Подписано в печать 24. 03. 1980 г. Р 14719. Формат 60×90^{1/16}.
Бумага тип. № 3. Кегль 10 б/ш. Гарнитура „Литературная“. Печать высокая. Усл. п. л. 17,0.
Изд. л. 15,34. Тираж 4000. Зак. № 176. Цена 85 к.

Типография № 1 Ташкентского полиграфического производственного объединения „Матбуот“
Государственного комитета УзССР по делам издательств, полиграфии и книжной торговли.
Ташкент, ул. Хамзы, 21. 1980 г.

ДОРОГОЙ ЧИТАТЕЛЬ!

В 1980 г. в связи с 50-летием Ташкентского сельскохозяйственного института в издательстве «Ўқитувчи» выходят из печати новые книги:

Абдурашидов А. А., Попова В. М., Ралдугина Н. Животноводство. На узб. яз., 20 л. 6000 экз. 65 к.

Учебник для студентов агрономического и экономического профилей сельскохозяйственных и сельхозтехникумов. В связи с особенностями намечаемого дальнейшего роста и развития социалистического животноводства в нашей стране и нашей республике в свете решений XXV съезда КПСС и XIX съезда Компартии Узбекистана в учебник включены разделы «Перспективы развития животноводства в Узбекистане и ...».

Авизов А. Г. Практикум по животноводству. На узб. яз., 6 л. 6000 экз. 30 к.

Учебное пособие включает комплекс важнейших зоотехнических вопросов, с которыми приходится сталкиваться будущим агрономам различного профиля (полеводам, плодовощеводам), экономистам, агрохимикам.

Бурыйгин В. А., Марцинковская М. И. Охрана природы в Узбекистане. На узб. яз., 10 л. 5000 экз. 50 к.

Учебное пособие является первым опытом создания курса применительно к своеобразным природным условиям Узбекистана; рассчитано на студентов сельскохозяйственных вузов. Большой интерес вызовет у любителей природы.

Зуев В. И. и др. Овощеводство (лабораторно-практические занятия). На рус. яз., 9,4 л. 4000 экз. 35 к.

Лабораторный практикум по овощеводству, подготовленный коллективом кафедры овощеводства ТашСХИ. Выполнение заданий позволит студентам сельскохозяйственных вузов ознакомиться с видовым составом важнейших овощных культур, научиться различать растения по сменам и всходам, распознавать районированные сорта.

Расулов А. И., Ирматов А. Почвоведение с основами общего земледелия. На узб. яз., 20 л. 6000 экз. 80 к.

Учебное пособие для студентов экономических и бухгалтерских факультетов сельскохозяйственных вузов Средней Азии. Бонитировочная шкала, экономическая оценка и ряд других вопросов освещены с учетом корреляции плодородия почв и урожайности основной сельскохозяйственной культуры нашего края — хлопчатника.

Рыбаков А. А., Остроухова С. А. Плодоводство. На узб. яз., 2-е изд. 35 л. 1000 экз. 1 р. 30 к.

Учебное пособие, рассчитанное на студентов сельскохозяйственных вузов среднеазиатской зоны, содержит теоретические и практические основы знаний по культуре плодовых растений, приемы их размножения, посадки и ухода.

Симонгулян Н. Г., Мухамедханов С., Шафрин А. Н. Генетика, селекция и семеноводство хлопчатника. На рус. яз., 20 л. 4000 экз. 85 к.

Дополненное и переработанное издание с учетом последних достижений хлопководческой науки и требований народного хозяйства. В учебном пособии учтены решения XXV съезда ЦК КПСС по обеспечению дальнейшей разработки теории и методов генетики для создания новых сортов растений и подготовке высококвалифицированных специалистов сельского хозяйства.

Шлейхер А. И., Нормухамедов Н., Азизов М. Г. Практикум по хлопководству. На узб. яз., 5 л. 6000 экз. 20 к.

Учебное пособие для студентов сельскохозяйственных вузов снабжено таблицами, рисунками, схемами. Отдельные занятия посвящены географии хлопководства в СССР и других странах, морфологии и биологии хлопчатника, его агротехнике.

Яскина Л. В. Дендрология. На рус. яз., 9,6 л. 5000 экз. 50 к.

Пособие предназначено для студентов лесохозяйственных специальностей, а также может быть использовано работниками лесного хозяйства Средней Азии. Большая часть его посвящена характеристике основных лесобразующих пород естественных лесов Средней Азии (места обитания, морфологические, биологические, экологические особенности и способы размножения). В конце приложены указатели русских, латинских и узбекских названий растений.

*Эти издания можно приобрести в книжных магазинах или заказать через отдел «Книга — почтой» по адресу:
700122, Ташкент, Волгоградская, 10 а.*

888

1888