ОРОШАЕМОЕ ЗЕМЛЕДЕЛИЕ

В. Т. ЛЕВ

В. Т. ЛЕВ

ОРОШАЕМОЕ ЗЕМЛЕДЕЛИЕ

УЧЕБНОЕ ПОСОБИЕ
ДЛЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ВУЗОВ

Утверждено Министерством сельского хозяйства УзССР

ТАШКЕНТ «УҚИТУВЧИ» 1981

В учебном пособии рассматриваются режимы и техника орошения сельскохозяйственных культур хлопкового комплекса с учетом особенностей засушливой зоны Средней Азии. Основное внимание обращено на водообеспеченность, почвенно-климатические условия орошаемых районов, характеристику и качество поливной воды, типы питания источников орошения, взаимосвязь между почвой, водой и растениями. В доступной форме изложены сведения о режимах орошения в невегетационный и вегетационный периоды, об эксплуатации оросительных систем, о способах и технике поливов сельскохозяйственных культур.

Книга рассчитана на студентов сельскохозяйственных высших учебных заведений республик Средней Азии, а также на агрономов-мелиораторов и других специалистов сельского и водного хозяйства.

Рецензенты:
проф. *Н. Ф. БЕСПАЛОВ*, проф. *Х. Х. ХАМДАМОВ*

© Издательство «Ўқитувчи», 1981 г.

Л $\frac{40103-338}{353\ (04)-81}$ 161—81 3802030100

ВВЕДЕНИЕ

Орошаемое земледелие в аридной (засушливой) зоне Средней Азии — одно из главных направлений интенсификации сельского хозяйства. В последние годы в республиках Средней Азии водохозяйственное строительство и освоение новых земель получили широкий размах. Л. И. Брежнев на июльском (1978 г.) Пленуме ЦК КПСС отметил, что в широком развитии ирригации и мелиорации земель будущее нашего сельского хозяйства.

За годы Советской власти площадь орошаемых земель в нашей стране возросла почти в четыре раза и достигла в 1980 г. 17 млн. га. Широкое развитие орошения позволит к 1985 г. увеличить производство зерна до 46—48 млн. т, хлопка-сырца—до 9—9,5 млн. т, овоще-бахчевых культур—до 27—29 млн. т.

Среднеазиатские республики, где проживает только 9% населения страны, производят 90% общесоюзного сбора хлопка-сырца, 100% кенафа, 78% коконов тутового шелкопряда, 60% каракуля, 16% шерсти, огромное количество овощей, свежих плодов, винограда и бахчевых культур. Для дальнейшего комплексного развития сельскохозяйственного производства в республиках Средней Азии имеется около 25 млн. га неосвоенных земельных массивов. Уже сейчас при наличии достаточных водных ресурсов орошаемую площадь в этом регионе можно увеличить более чем в два раза.

Сельскохозяйственное производство в Средней Азии и Южном Казахстане основано на поливном земледелии и эта отрасль определяет их экономику. Орошаемая площадь в Среднеазиатском регионе составляет 7,4 млн. га, в том числе в Узбекистане — 3,4 млн.,

Казахстане—1,7 млн., Киргизии—924 тыс., Туркмении —846 тыс. и Таджикистане —582 тыс. га (К. И. Лапкин, 1979).

В результате интенсивного водохозяйственного строительства только за шесть лет (1970—1976 гг.) прирост орошаемых земель составил около 1 млн. га, в том числе в Узбекской ССР — 436 тыс., Казахской ССР — 256 тыс., Туркменской ССР—203 тыс., Таджикской ССР — 64 тыс. и Киргизской ССР — 41 тыс.га.

Узбекская ССР и впредь остается основным поставщиком хлопкового волокна — этого ценного сырья для промышленности и производства продуктов питания для населения. В десятой пятилетке орошаемая площадь в республике возросла до 3 млн. 462 тыс. га, к 1985 г. намечено довести ее до 4,4 млн. га. Развитие сельского хозяйства в Узбекистане базируется на огромных капиталовложениях. За десятую пятилетку они составили около 11 млрд. руб., в том числе в ирригацию и мелиорацию земель —5,7 млрд. руб. За счет крупных капиталовложений увеличивается энерговооруженность сельского хозяйства, повышается производительность труда. Капиталовложения в ирригацию и мелиорацию земель направляются на улучшение водообеспеченности, строительство водохранилищ и магистральных каналов, сокращение потерь на фильтрацию, борьбу с засолением и заболачиванием, разработку оптимальных режимов орошения и механизированное распределение воды на орошаемых полях.

За последние годы освоены новые орошаемые районы в Каршинской, Голодной, Джизакской и Сурхан-Шерабадской степях; завершается строительство Андижанского водохранилища и Туямуюнского гидроузла. Водообеспеченность орошаемых земель и урожайность сельскохозяйственных культур с каждым годом повышаются.

ГЛАВА I. ЗНАЧЕНИЕ ОРОШЕНИЯ В ИНТЕНСИФИКАЦИИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА

Высокопроизводительное использование земли и воды в сельскохозяйственном производстве способствует значительному повышению плодородия почвы, борьбе с засолением земель, водной и ветровой эрозией, повышению урожайности и валовых сборов сельскохозяйственных культур. Интенсивное ведение сельско-

го хозяйства более чем в ста странах мира обязано широкому применению ирригационных и мелиоративных мероприятий. На орошаемых и мелиоративно улучшенных землях выращиваются более высокие и гарантированные урожаи сельскохозяйственных культур при наименьших затратах средств и ручного труда. Особенно велико значение орошения для интенсификации сельскохозяйственного производства в условиях Узбекской ССР. Сельскохозяйственные угодья нашей страны по степени естественной влагообеспеченности распределяются крайне неблагоприятно: в зоне достаточного увлажнения (территории с осадками более 700 мм) расположен лишь 1% площади пашни, вся остальная площадь находится в зоне недостаточного увлажнения (59%) с осадками 400—700 мм и в засушливой зоне (40%), где осадки не превышают 400 мм (рис. 1).

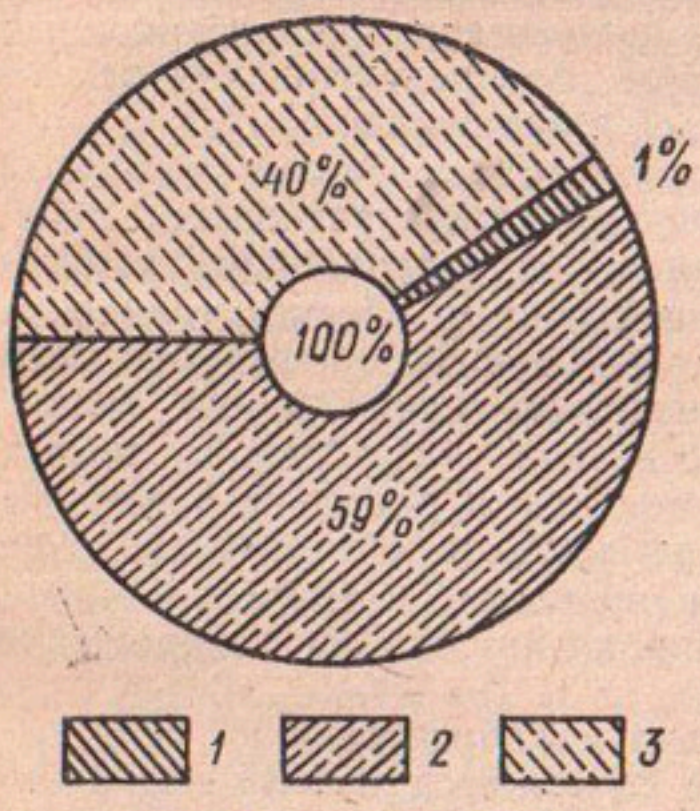


Рис. 1. Распределение сельскохозяйственых угодий СССР по степени естественной влагообеспеченности (% к площади):
1— зона достаточного увлажнения (более 700 мм осадков); *2*— зона недостаточного увлажнения (400—700 мм осадков); *3*— засушливая зона (менее 400 мм осадков).

В Советском Союзе взят твердый курс на интенсификацию сельскохозяйственного производства, которая тесно связана с проблемой рационального использования земельно-водных ресурсов. Орошаемые и мелиоративно улучшенные земли наиболее ценная часть земельного фонда в Узбекской ССР, поэтому к 1979 г. их площадь увеличилась до 3,3 млн. га. Правильное использование орошаемых земель под технические культуры, такие, как хлопчатник, позволяет довести стоимость выращиваемой на 1 га продукции до 2000 руб. в год. Каждый орошаемый гектар земли можно по стоимости продукции приравнять к 8—10 га неорошаемой пашни.

В 1978 г. окупаемость общей фондооснащенности характеризовалась следующими показателями (в руб. на 1 га пашни и многолетних насаждений): в целом по СССР — орошаемом земледелии 1816, в неорошаемом земледелии—772, в Узбекистане—соответственно 2583 и 1493, Туркмении — 2676 и 1436, Таджикистане — 2000 и 1552, Киргизии — 2035 и 1438. Фондооснащенность орошаемого земледелия намного выше, чем неорошаемого. Стоимость валовой продукции на 1 га орошаемой пашни в 1977 г. составила 865, а неорошаемой —165 руб., фондоотдача — соответственно 0,45 и 0,21 руб. (Г. Ф. Раскин, 1979). Из приведенных данных видно, что эффективность сельскохозяйственного производства при орошении значительно выше, чем в неорошаемом земледелии.

Ведение сельского хозяйства на орошаемых землях в свою очередь требует и значительных капиталовложений на строительство водохранилищ, ирригационных каналов, механизированное распределение воды по полям, на подготовку полей к орошению.

Интенсификация орошаемого земледелия во многом определяется эффективностью мелиоративных приемов: борьбой с засолением, заболачиванием, ирригационной и ветровой эрозией почв и обеспечением растений доступной влагой. В условиях орошаемого земледелия повысить интенсивность производства можно своевременной и качественной обработкой почвы, борьбой с сорняками и болезнями растений, внесением повышенных норм минеральных и органических удобрений, своевременными поливами и послеполивными обработками почвы, направленными на сокращение потерь почвенной влаги.

Если учесть, что только в Узбекистане на 50% посевной площади в почве содержится избыточное количество солей и ежегодно на 2093,7 тыс. га приходится проводить промывку, то станет ясно, что несвоевременное и некачественное выполнение мелиоративных работ, т. е. поливов, промывок для удаления избытка солей, может значительно понизить урожаи хлопчатника. Урожаи могут быть снижены на 20—30%.

При сокращении запасов влаги в почве ниже оптимальных урожаи основной культуры хлопкового комплекса падают на 25—30%, при недостатке поливной воды в период вегетации посевы могут полностью по-

гибнуть. Известно, что снизить интенсивность ведения сельского хозяйства при орошении может не только избыточное засоление почвы и недостаток поливной воды, но и ее избыток. На пойменных землях при близком стоянии грунтовых вод резко ухудшаются условия питания растений и урожай сельскохозяйственных культур снижается на 15—20%.

Интенсификация сельскохозяйственного производства в условиях орошаемого земледелия зависит и от переустройства внутрихозяйственной оросительной сети и от капитальной планировки, внедрения правильных хлопково-люцерновых севооборотов и выполнения мелиоративных работ по сокращению засоления и повышению плодородия почвы.

Другим фактором, влияющим на интенсификацию сельскохозяйственного производства, является энерговооруженность. Основные фонды энерговооруженности сельскохозяйственного производства возросли к 1972 г. до 3892 млн. руб. или более чем в три раза. Ирригационные и мелиоративные сооружения для широкого применения орошения в настоящее время оцениваются в 480 млн. руб. (Г. Ф. Раскин, 1976).

Энерговооруженность труда в сельском хозяйстве резко возросла. Если в 1960 г. на одного работника приходилось 3,5 л. с., то в 1972 г. 8,5 л. с. Этим и объясняется повышение производительности труда в орошаемом земледелии на многих операциях.

Основные сельскохозяйственные работы, такие, как вспашка, допосевная обработка почвы, посев, междурядные обработки, борьба с сорняками (при помощи гербицидов), полностью механизированы. Одна из наиболее трудоемких работ в хлопководстве — уборка урожая тоже выполняется в основном машинами. В 1979 г. в Джизакской, Ташкентской, Сырдарьинской областях машинами собрано 70—80%, а по республике 60% от всего урожая.

Однако в орошаемом земледелии на отдельных операциях, таких, как распределение воды на поле в борозды, большой удельный вес падает на ручной труд. На 85—88% площади посевов хлопчатника поливы проводятся по бороздам с распределением воды бумажными салфетками и чимом. На это только в Узбекистане затрачивается около 10—12 млн. чел.-дней.

Чтобы сократить объем ручных работ на поливах,

необходимо реконструировать оросительную сеть, укрупнить поливные участки до оптимальных размеров (15—20 га), обеспечивающих высокопроизводительную работу поливальщиков и поливных машин. Необходимо также шире практиковать использование поливных и дождевальных машин и строительство закрытых оросительных систем, позволяющих повысить производительность труда и коэффициент использования воды и земли.

За счет роста энерговооруженности, внедрения новой техники, достижений науки и передового опыта значительно возросла производительность труда в орошаемом земледелии. На производсво 1 ц хлопка-сырца в Туркестанском крае в 1913 г. затрачивалось 21,7 чел.-дня, а в 1976 г.—4,3—5,4 чел.-дня, т. е. почти в четыреп ять раз меньше. Нагрузка посевами пропашных культур в республике возросла с 1,76 до 4,2, а в новой зоне орошения до 7—10 га на одного работника, т. е. более чем в три раза. Производство хлопка-сырца на одного работающего с учетом роста урожайности увеличилось с 26,4 до 100,2 ц, т. е. в 3,5—4 раза.

1. Краткие сведения об орошаемых районах

Как уже отмечалось, искусственное орошение при выращивании сельскохозяйственных культур гарантирует получение высоких и устойчивых урожаев. В настоящее время орошение применяется более чем в ста странах мира, а орошаемая площадь к 1976 г. возросла до 300 млн. га против 150 млн. в 1966 г.

Обеспечение промышленности сырьем, а населения продуктами питания—одна из наиболее трудных проблем в засушливых странах Азии, Африки и Южной Америки.

По подсчетам Организации Объединенных Наций население нашей планеты в 1980 г. достигло 4,5 млрд., к 2000 г. оно возрастет до 6,5 млрд. человек. Между тем еще в 1974 г. каждый десятый человек на Земле не получал самого необходимого минимума питания. В странах Азии, Африки и Латинской Америки миллионы людей живут на грани голода. Поэтому повышение плодородия земель и урожайности сельскохозяйственных культур на основе ирригации и мелиорации имеет первостепенное значение.

Искусственное орошение с давних пор применяется в Средней Азии, на Ближнем Востоке. В XX в. особенно широкий размах оно получило в таких странах, как Индия, Китай, Пакистан. Во всех странах мира в условиях недостаточной увлажненности это одна из наиболее устойчивых производственных форм земледелия. На протяжении всей истории внимание земледельцев было обращено на развитие искусственного орошения, так как значительная часть населения земного шара питается продуктами, выращенными на поливных землях. Наибольший экономический эффект от орошения земледельцы получают в засушливой зоне, где атмосферных осадков выпадает недостаточно (не более 150—300 мм в год) и поэтому проводится регулярное искусственное орошение.

В начале XX в. орошаемая площадь в странах мира насчитывала 40 млн. га. В связи с бурным ростом населения и повышенной потребностью в продуктах питания к 1972 г. она возросла до 240 млн., а к 1976 г. до 300 млн. га. Только за последние 25 лет орошаемая площадь в мире увеличилась более чем на 100 млн. га. Орошаемые земли приблизительно распределяются так: в Азии—75, в Америке, Австралии и Океании—12, в Европе—13%. К 1974—1975 гг. в наиболее крупных странах мира орошаемые площади достигли следующих размеров (млн. га): в Китае—76,5, Индии—38,9, США — 21,5, СССР — 13, Пакистане — 12,4, Индонезии —6,5, Японии —3,8, Иране —4, Египте — 3,1, Италии — 3,5, Франции — 2,5, Мексике — 4,2, Ираке — 3,5 и Афганистане—2,9.

2. Развитие орошаемого земледелия в Средней Азии

На территории нашей страны искусственное орошение имеет давнюю историю. Развивалось оно в основном в древнейших районах Средней Азии: в Самаркандском, Хивинском, Бухарском оазисах, в Ферганской долине. В те далекие времена орошались преимущественно небольшие участки в долинах рек Амударья, Сырдарья, Зеравшан, где оседлое население находило благоприятные условия для земледелия.

Основным препятствием для применения искусственного орошения в крупных масштабах были затруд-

нения с водозабором из источников орошения и отсутствие необходимых мер борьбы с паводками на крупных реках. Оросительные системы разрушались паводками, оазисы приходили в запустение, население покидало иссушенные земли и уходило в другие места. Возникновение сильных государств приводило к восстановлению оросительных систем и орошаемого земледелия, в этой работе принимали участие тысячи дехкан.

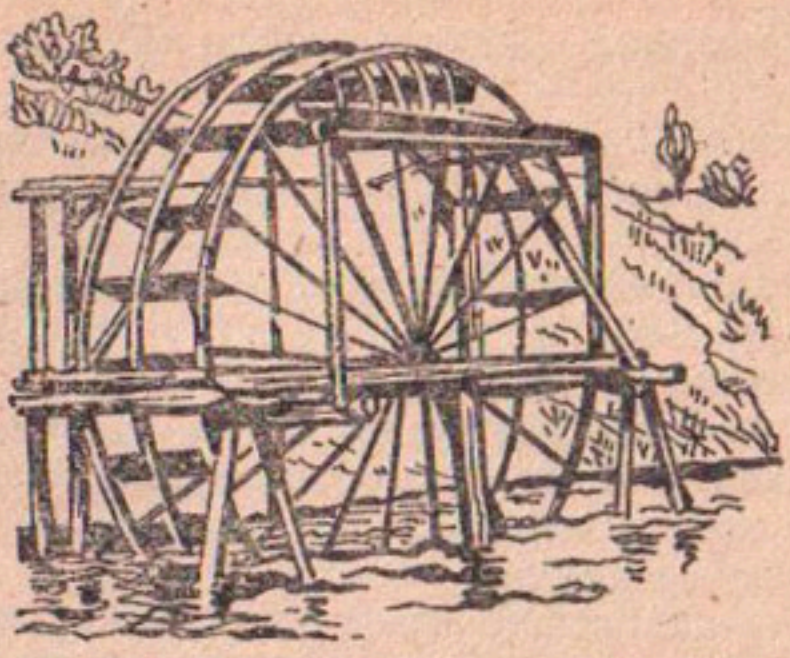
История подтверждает, что еще до нашей эры были построены крупные ирригационные каналы по долинам Зеравшана, Сырдарьи и Амударьи, остатки которых существуют и по настоящее время. Ирригационные сооружения, созданные много веков назад, свидетельствуют о высоком уровне гидротехнических знаний в те эпохи. Одним из доказательств этого может служить строительство кяризов — подземных галерей для сбора грунтовых вод и выведения их на поверхность. Таких сооружений особенно много было в маловодных районах Копетдага, в предгорьях Зеравшанского хребта, в Нурате, Каттакургане и Джизаке. Техническая оснащенность людей, сооружавших оросительные системы, была примитивной, труд их был тяжелым и опасным, особенно при устройстве кяризов. Мастерам приходилось работать под землей без света и воздуха, все время им угрожала опасность обвалов.

Только гораздо позже, с развитием техники, стали появляться подъемные механизмы, давшие начало чигирному орошению. Вращающиеся колеса касались поверхности водоема, зачерпывали воду, подымали наверх и выливали в желоб, идущий в канал; высота подъема воды достигала четырех и более метров (рис.2).

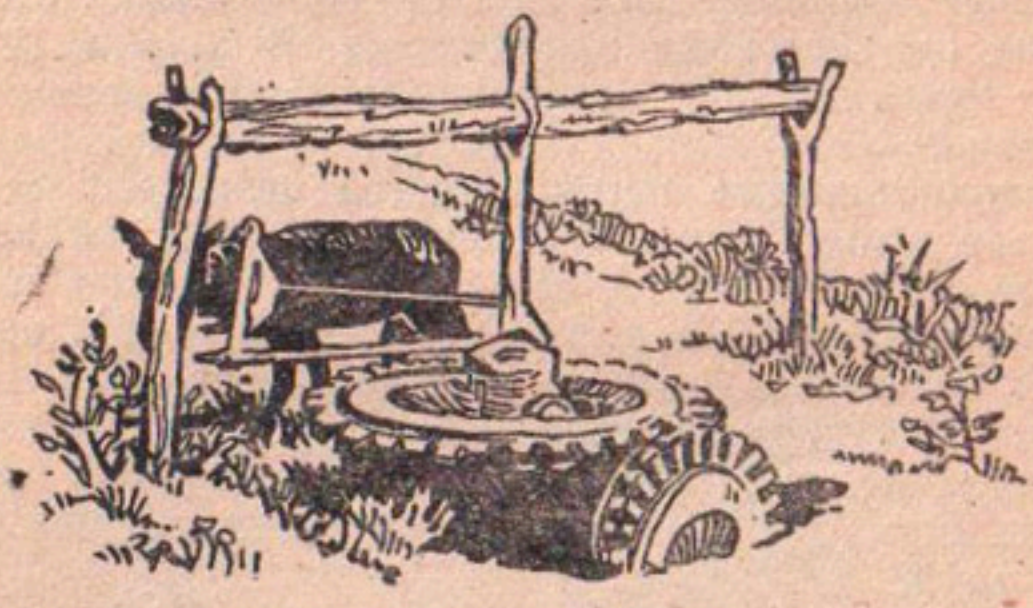
Чигирное орошение в Средней Азии существовало целые тысячелетия и только в годы Советской власти было заменено на машинное орошение. Накануне присоединения Туркестанского края к России в низовьях Амударьи насчитывалось более 60 тыс. чигирных установок.

Царская Россия за 30 лет (1888 — 1917 гг.) ассигновала на водохозяйственное строительство в Туркестанском крае 36,4 млн. руб., а в 1976—1980 гг. в Узбекской ССР на эти цели было выделено 5,7 млрд. руб.

Второй этап развития орошаемого земледелия Сред-



1



2

Рис. 2. Чигирное орошение:
1— чархпалак (приспособление для поднятия проточной воды);
2— установка для выкачки воды из колодца.

ней Азии начинается после Великой Октябрьской социалистической революции. Советскому государству от царской России перешло всего лишь 3 млн. 970 тыс. га орошаемых земель. К 1938 г. общая орошаемая площадь возросла до 6 млн. га, в 1976 г. насчитывалось около 15 млн. га, а к 1985 г. предусматривается увеличить орошаемую площадь до 21 млн. га.

В первые годы наибольшее значение придавалось поливному земледелию в старых орошаемых районах (низовья Амударьи, Зеравшанская и Ферганская доли-

ны), но уже в то время намечалось освоение новых земель в Голодной, Каршинской и Сурхан-Шерабадской степях.

Еще гремели бои гражданской войны, молодую Советскую республику сжимали тиски фронтов, душили голод и разруха, а В. И. Ленин подписал исторический декрет об ассигновании 50 млн. руб. на оросительные работы в Туркестанском крае. С этого исторического декрета и началась советская ирригация. В наше время сбылись пророческие слова В. И. Ленина о том, что «орошение больше всего нужно и больше всего пересоздаст край, возродит его, похоронит прошлое, укрепит переход к социализму»[1].

В годы гражданской войны во многих районах старой зоны орошения ирригационное хозяйство было разрушено, требовалось быстро восстановить оросительные системы, расширить поливные площади, особенно под посевами хлопчатника. В период 1924—1928 гг. ирригационное хозяйство было в основном восстановлено.

Социалистическое переустройство сельского хозяйства дало возможность увеличить размеры поливных участков с 2 до 8—10 га, потому что на мелких поливных участках терялось около 5% урожая и 45% оросительной воды. Укрупнение участков позволило шире (с 15 до 65%) применять сельскохозяйственную технику на орошаемых землях, значительно повысить производительность труда и урожайность сельскохозяйственных культур.

В Средней Азии и Южном Казахстане расширение орошаемого земледелия определяется в основном запасом водных ресурсов Аральского и Балхашского бассейнов, который составляет около 140 млрд. м³ воды в год.

Основные районы орошаемого земледелия в Средней Азии следующие: Ташкентский, Голодностепский, Ферганская долина, долина Зеравшана, Сурхан-Шерабадская долина, низовья Амударьи, Юго-Западный Таджикистан; в Южном Казахстане—Арысь-Туркестанский район.

В среднеазиатских республиках орошается около 7,4 млн. га земель, но при наличии свободных водных

---

[1] В. И. Ленин. Полн. собр. соч., т. 43, с. 200.

ресурсов есть возможность увеличить орошаемую площадь почти в два раза, до 13 млн. 300 тыс. га. Дальнейший рост орошаемых площадей в этой зоне возможен лишь при условии привлечения водных ресурсов из сибирских рек.

В Узбекской ССР за годы Советской власти освоено под орошение более 1,8 млн. га новых земель, а за все предреволюционные годы — только 50 тыс. га. Расширение орошаемых площадей в республике началось в довоенные годы после крупного ирригационного строительства в Ферганской долине.

В марте 1939 г. за 17 дней построен Ляганский канал протяженностью 32 км, соединивший Исфайрамсай с Шахимардансаем.

Летом 1939 г. за предельно короткий срок (46 дней) построен Большой Ферганский канал протяженностью 300 км. В строительстве этого канала принимали участие 160 тыс. колхозников Узбекистана и 20 тыс. колхозников Таджикистана, которые выполнили 16 млн. м³ земляных работ. В послевоенные годы в Фер-

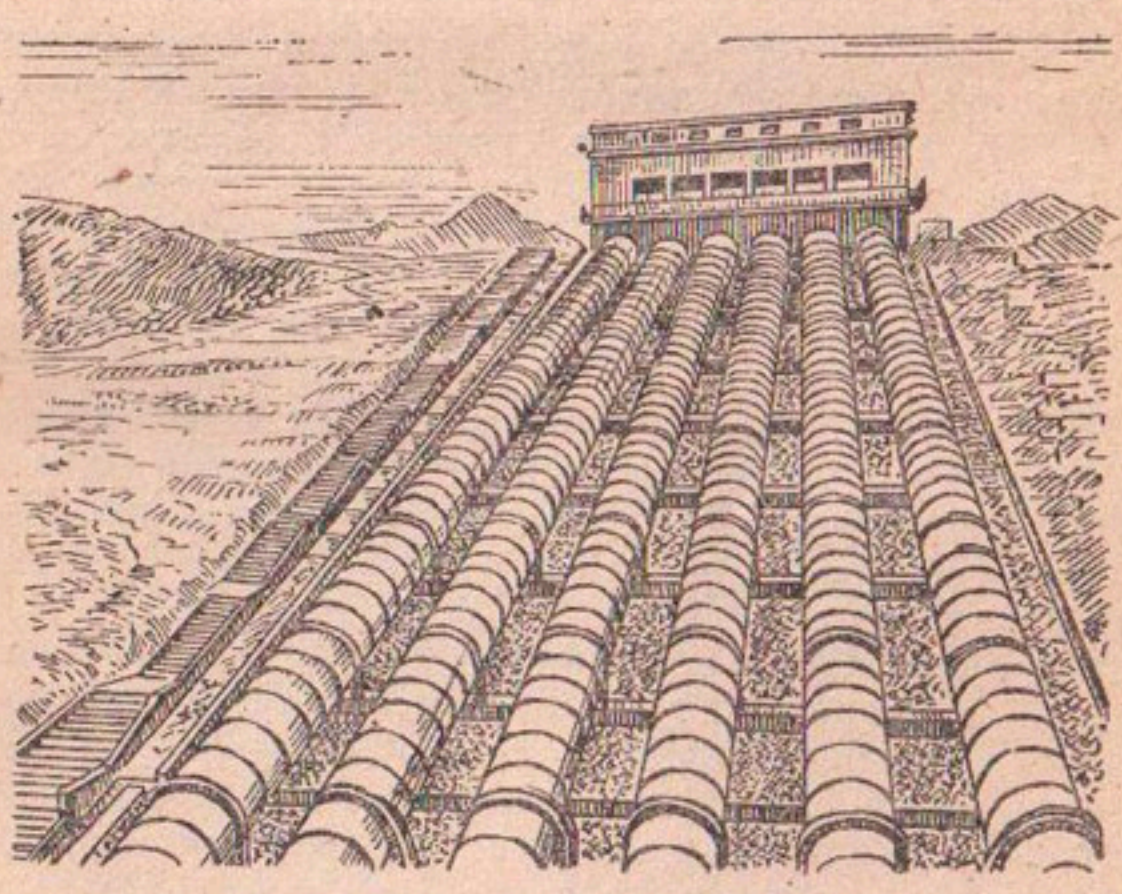


Рис. 3. Гидротехнические сооружения, построенные при Советской власти.

ганской долине вступили в строй крупные гидротехнические сооружения, такие, как Северный Ферганский канал, Южный Ферганский канал, Большой Андижанский канал, Северный Наманганский канал, а также Гавасайское водохранилище. В настоящее время орошаемая площадь в Ферганской долине насчитывает более 800 тыс. га.

В Зеравшанской долине почвы имеют высокое плодородие, но недостаточная обеспеченность их водой не позволяла получать высокие урожаи хлопка-сырца. Чтобы увеличить водообеспеченность земель Самаркандской области, в 1939 г. было построено Каттакурганское водохранилище. Водообеспечение Бухаро-Кызылкумского района коренным образом улучшено после окончания строительства в 1966 г. Аму-Бухарского и Аму-Каракульского машинных каналов. Трасса Аму-Бухарского канала пересекла пески Кызылкум на протяжении 200 км, а Хамзинская и Куюмазарская насосные станции (рис. 3) соединили воды Зеравшана и Амударьи. Аму-Бухарский канал позволил оросить новые земли, которые дают около 100 тыс. т хлопка-сырца.

В Ташкентской области закончено строительство Чарвакского водохранилища объемом более 2 млрд. м³ воды. Вода, накопленная здесь, используется на орошение новых земель Чирчик-Ахангаранской долины и Келесского массива. Кроме Чарвакского в Ташкентской области построено Ангренское и Ташкентское водохранилища объемом до 70 млн. м³ воды каждое.

Большие площади целинных земель под орошение осваиваются в Сырдарьинской и Джизакской областях (Голодная степь). К 1933 г. в зоне канала им. Кирова орошалось всего около 130 тыс. га земель. Специальным постановлением Совета Министров СССР в Голодной степи предусмотрено освоить 1 млн. га новых земель. Для орошения новых земель построены крупные магистральные каналы с водозаборами из Сырдарьи. С вводом в строй Кайраккумского и Чардаринского водохранилищ проблема обеспечения поливной водой нового крупного района хлопководства была надежно решена. Сырдарьинская область располагает теперь 235 тыс. га сельскохозяйственных угодий, оросительная сеть имеет общую протяженность 6370 км,

коллекторно-дренажная — свыше 12 100 км горизонтального и около 1060 скважин вертикального дренажа.

В Каракалпакской АССР расширение орошаемых площадей особенно заметно возросло после завершения строительства Тахиаташской плотины, а полная водообеспеченность в низовьях Амударьи будет достигнута с вводом Туямуюнского гидроузла с водохранилищем на 7,8 млрд. м³.

В Сурхандарьинской области построены Южно-Сурханское водохранилище объемом 800 млн. м³, Учкызылское водохранилище на 70 млн. м³, Тупаланг-Каратагский и Шерабадский каналы. Водообеспеченность этого района тонковолокнистого хлопчатника значительно повысилась.

Одним из перспективных орошаемых районов Узбекистана является в настоящее время Каршинская степь. В южной климатической зоне создается новая хлопковая база по производству в основном тонковолокнистых сортов хлопчатника. К 1985 г. в Каршинской степи намечается освоить под орошение около 1 млн. га целинных земель. Завершено строительство Пачкамарского водохранилища объемом 280 млн. м³, Чимкурганского водохранилища объемом 500 млн. м³, построен целый ряд малых водоемов выше Чимкурганского водохранилища. Осваиваемые земли в нижнем течении Кашкадарьи обеспечивает водой Каршинский машинный канал пропускной способностью до 300 м³/с. В Каршинской степи уже освоено 127 тыс. га плодородных земель, построено более 425 км межхозяйственной коллекторной сети, 1020 км внутрихозяйственных коллекторов, 2500 км закрытого горизонтального дренажа, 78 скважин вертикального дренажа. Введено в строй 4794 км внутрихозяйственной оросительной сети, из них 1781 км в лотках, 248 км в трубопроводах, 707 км в бетонном русле. Средняя урожайность хлопчатника в Каршинской степи достигла 24,4 ц/га, а передовые хозяйства получают по 28—40 ц/га (Р. М. Просин, 1979).

В Таджикской ССР базой производства тонковолокнистого хлопчатника является Вахшская долина. Предусмотрено также расширить производство хлопка-сырца и других культур за счет расширения орошаемых земель в Ленинабадской области. Намечено ос-

воить 30 тыс. га земель Голодной степи, прилегающей к Таджикистану, с привлечением на орошение вод реки Кафирниган. Крупной базой для дальнейшего производства хлопка-сырца в республике явятся Яванская и Оби-Киикская долины (площадь 58 тыс. га) с подачей воды из Нурекского водохранилища и других водохранилищ Вахшского каскада гидроэлектростанций.

Туркменская ССР относится к южной климатической зоне, а поэтому развитие орошаемого земледелия в этой зоне весьма благоприятно скажется на производстве хлопка-сырца. Дальнейшее расширение орошаемой площади здесь связано со строительством Каракумского канала им. Ленина протяженностью 1500 км, который позволит оросить водой из Амударьи около 300—400 тыс. га новых земель.

Новые орошаемые массивы появятся и на обширной территории Казахской ССР. Это крайне необеспеченный водой район, так как основные источники орошения в республике расположены по периферии ее границ: на юге — Сырдарья, на востоке — реки Балхашского бассейна, на севере—Иртыш, Тобол, Ишим, на западе—Урал и Волга. В Казахстане завершено строительство канала Иртыш—Караганда длиной 455 км. Арысь-Туркестанский канал орошает 70—80 тыс. га новых земель, предназначенных под посевы хлопчатника. Воды Кзыл-Ординского и Казалинского водохранилищ орошают 200 тыс. га новых земель, воды Чардаринского водохранилища 150—200 тыс. га земель Кызылкумского массива.

Огромные капиталовложения в ирригацию и мелиорацию земель являются главным условием дальнейшего развития орошаемого земледелия в Средней Азии, но без привлечения дополнительных источников воды на орошение за счет переброски ее из северных и сибирских рек производство сельскохозяйственной продукции будет сдерживаться.

В решениях XXVI съезда КПСС намечено: «Приступить к проведению подготовительных работ по переброске части стока северных рек в бассейн реки Волги, а также продолжить научные и проектные проработки по переброске части вод сибирских рек в Среднюю Азию и Казахстан». Проект на переброску воды в Среднюю Азию по Тургайскому варианту в основном

одобрен Государственной экспертной комиссией Госплана СССР. В основу представленного проекта положено нарастание дефицита водных ресурсов и отрицательное его влияние на развитие сельского и всего народного хозяйства в республиках Средней Азии и Южном Казахстане.

Известно, что огромные массы воды сибирских рек бесполезно сбрасываются в весенне-летние паводки в Северный Ледовитый океан. Годовой сток в бассейн Карского моря оценивается в 1320 км³ в год (К. И. Лапкин, 1979). Максимальные паводковые расходы р. Оби в районе Белогорья составляют 69000 м³/с, р. Иртыш в районе Тобольска — 1800 м³/с, в устье р. Тобол — 11600 м³/с. Среднегодовой же сток р. Амударьи не превышает 2200 м³/с. Переброска воды из сибирских рек будет осуществляться по Тургайскому понижению через водораздел Иртыша и Сырдарьи. Научные проработки показали, что изъятие из бассейна Оби 60 км³ воды в год не вызовет нежелательных изменений природных условий ни в самом бассейне, ни тем более в глобальном масштабе. По инженерным проработкам главный магистральный канал представляет собой сложный комплекс гидротехнических сооружений, равного которому нет в мировой практике. Длина канала до р. Сырдарьи 1725 км, до р. Амударьи — 2273 км. В процессе строительства канала будет преодолено 194 водотока, проложено 68 дюкеров, возведено 29 плотин. Первую очередь канала предусматривается закончить за 12 лет. Все капиталовложения окупятся за 7—10 лет. Увеличение запасов поливной воды, расширение орошаемого земледелия позволит увеличить производство хлопка-сырца и другого сырья для промышленности, продуктов питания для населения нашей страны.

ГЛАВА II. КЛИМАТ И ПОЧВЫ ОРОШАЕМЫХ РАЙОНОВ СРЕДНЕЙ АЗИИ

Районы орошаемого земледелия Средней Азии занимают обширную территорию, лежащую между 37—40° с. ш. и 54—74° в. д. Вся эта территория относится к Среднеазиатской (Туранской) почвенно-климатической провинции, где при искусственном орошении возделываются теплолюбивые культуры, такие, как хлоп-

чатник, кенаф, люцерна, кукуруза и некоторые субтропические растения.

Природные условия Средней Азии характеризуются недостаточной увлажненностью. Над этой территорией выпадает незначительное количество атмосферных осадков (150—300 мм в год), что сдерживает повсеместное ведение сельского хозяйства и использование растениями огромных запасов тепла, света и плодородия почв.

Эти обширные массивы плодородных земель таят в себе огромные возможности и могли бы при искусственном орошении служить одним из крупнейших районов по производству хлопка-сырца и другой сельскохозяйственной продукции.

1. Климат

Климат Средней Азии можно охарактеризовать как резко континентальный с интенсивной циклонической деятельностью. Для всей Средней Азии, особенно равнинной ее части, характерны довольно холодная зима и жаркое продолжительное лето.

В весенние месяцы температура воздуха быстро повышается и в апреле на большей части равнины в зоне орошаемого земледелия она достигает 10—15°С тепла. Определенную опасность для сельского хозяйства представляют весенние заморозки, когда температура может понижаться до —2,—6°С и вызывать гибель растений. В южной климатической зоне заморозки заканчиваются в середине марта. Наибольшее губительное действие заморозков проявляется в пониженных местах рельефа.

Самый жаркий месяц — июль. Средняя температура воздуха в северных и предгорных районах в это время может повышаться до 25—28°С, а на юге (в Термезе и Шерабаде) —до 30—32°С. Максимальные температуры достигают 45—47°С.

Первые осенние заморозки в северных районах приходятся на первую-вторую декады октября, на юге — на конец октября, первую декаду ноября.

Продолжительность вегетационного периода колеблется от 190—200 дней в северных районах до 250—260 дней на юге.

Обширная орошаемая территория Средней Азии, вытянутая с севера на юг, существенно различается по суммам температур за вегетационный период. В зависимости от климатической зоны испаряемость влаги с поверхности почвы также неодинакова: в северных районах Каракалпакии — около 900 мм, в центральной климатической зоне — 1400—1500, в южных районах —1800—2000 мм в год. По отдельным районам испаряемость влаги превышает в 3—14 раз количество атмосферных осадков.

Орошаемая территория Средней Азии по количеству атмосферных осадков имеет существенные различия: на юге на равнинах выпадает 70—100 мм, в центральных районах — 200—240 мм, в предгорьях — до 360 мм. Наибольший дефицит влаги приходится на летние месяцы, когда атмосферные осадки почти не выпадают. На зимние и весенние месяцы приходится 70—80% годовой нормы осадков.

Обильные дожди в весенний период положительно сказываются на росте и развитии растений на богаре. В предгорных районах за счет атмосферных осадков в почве накапливается влага, количество которой достаточно для получения полноценных всходов без запасных и подпитывающих поливов.

В летний период количество атмосферных осадков резко уменьшается или они совсем не выпадают. Запасы влаги в почве сокращаются, появляется крайняя необходимость в искусственном орошении.

Повышение температур в летние месяцы создает большую сухость воздуха и низкую влажность почвы. Сухие ветры часто иссушают почву и даже высушивают растения на корню. Очень часто суховеи и засухи наблюдаются в июле, преимущественно в южной климатической зоне (Сурхандарьинская, Кашкадарьинская и южные районы Бухарской области).

В конце сентября и в октябре усиливается циклоническая деятельность, и погода становится неустойчивой.

В некоторых предгорных районах Узбекистана в конце сентября и в октябре возможны заморозки. Запасы влаги в почве за счет выпадающих осадков в это время значительно возрастают.

Распределение атмосферных осадков тесно связано с высотной поясностью. На равнинах выпадает 120—

280 мм, по мере увеличения высоты над уровнем моря количество осадков возрастает до 400—600 мм в год.

Одним из важнейших условий жизни растений являются факторы внешней среды, формирующие микроклимат.

Орошаемые районы Средней Азии находятся в зоне внутриматериковых пустынь и на большие расстояния удалены от морей и океанов, что отрицательно сказывается на микроклимате орошаемых полей. В условиях высокой континентальности, низкой влажности почвы и воздуха и высоких их температур искусственное орошение сглаживает резкие перепады температур и создает благоприятный микроклимат, обеспечивающий получение устойчивах урожаев сельскохозяйственных культур. Если принять, что перепады температур в вегетационный период могут быть от 6—8°С в ночное время до 45—50°С в самые жаркие часы дня, то снижение таких пиков до средних величин благоприятно сказывается на росте и развитии растений.

Одним из важнейших факторов микроклимата орошаемого поля является влажность воздуха, на которую большое влияние оказывает орошение. В зависимости от климатических зон на орошаемой территории Узбекистана показатели влажности воздуха существенно различаются. В июле самая низкая относительная влажность воздуха отмечена в южной климатической зоне: в Шерабаде и Термезе —18—30%, в Каршинской степи —30—35%. В отдельные дни и даже недели при возникновении горячих сухих ветров — гармсилей и афганца — относительная влажность воздуха опускается до 5%. При резком снижении относительной влажности воздуха условия роста и развития растений ухудшаются, и продуктивность их снижается. При длительном воздействии суховеев листовые пластинки высыхают, коробочки опадают и растения погибают. В этих условиях необходимо искусственно создавать микроклимат орошаемого поля. На всяком орошаемом поле формируется свой, особый микроклимат с пониженными температурами почвы и воздуха и повышенной их влажностью. Оптимальные условия микроклимата, обеспечивающие оптимальный рост и плодоношение растений, складываются при правильном режиме орошения.

Характеризуя климатические особенности орошае-

мых районов, нужно подчеркнуть, что они при естественном увлажнении почвы не всегда бывают благоприятными для сельскохозяйственного производства. Поэтому в аридной зоне приходится создавать искусственные источники запасов воды, ирригационную и коллекторно-дренажную сеть, вести искусственное орошение для получения гарантированных урожаев сельскохозяйственных культур.

2. Почвы орошаемых районов

Орошаемое земледелие республик Средней Азии и Казахстана базируется на обширной территории, занимающей Среднеазиатскую почвенно-климатическую провинцию. Равнинная часть ее имеет разнообразный почвенный покров. Сведения о земельном фонде представлены в табл. 1.

Таблица 1

Земельный фонд республик Средней Азии и Казахстана
(по данным Института почвоведения АН УзССР, 1977), тыс. га.

Республика	Орошаемые и переложные земли	Земли возможного орошения	Всего	% от всей орошаемой площади	% от всей площади возможного орошения
Узбекская ССР, в том числе	3210	5560	8770	58	35
КК АССР	440	1330	1770		
Казахская ССР	640	4550	5190	12	28
Киргизская ССР	300	480	780	5	3
Туркменская ССР	1000	4900	5900	18	31
Таджикская ССР	320	460	780	7	3
Всего	5470	15950	21420	100	100

Из представленных данных видно, что основная часть орошаемых земель (58%) сосредоточена в Узбекистане, второе место занимает Туркмения (18%), третье — Казахстан (12%). Основные массивы перспективных для орошения земель также сосредоточены в Узбекистане — 35%, в Туркмении — 31%, Казахстане —28%, в Киргизии и Таджикистане — по 3%. В сос-

таве этих земель насчитывается около 67,3% автоморфных почв (сероземов, такыровидных, серо-бурых) и 32,7% гидроморфных разновидностей (луговые, сероземно-луговые и болотные). По типам почв орошаемые земли распределены следующим образом: автоморфные сероземы и пустынные почвы занимают 47%, из них темные сероземы — 3,6%, типичные сероземы — 15,6%, светлые сероземы — 16,3% и пустынные почвы —11,5%, гидроморфные почвы (луговые, болотно-луговые и сероземно-луговые) —около 53%. В поясе типичных сероземов их 15%, сероземов—15% и в пустынной зоне — 23%.

По сведениям института Узгипрозем, из общей площади 3,2 млн. га орошаемых земель Узбекской ССР глинистых и тяжелосуглинистых насчитывается 921,4 тыс. га (29%), суглинистых —1864 тыс. (58%), супесчаных и песчаных—404,8 тыс. (12%). В фонде орошаемых земель преобладают суглинистые почвы, занимающие 71,6%. Для эффективного ведения орошаемого земледелия необходимо знать классификацию почв по механическому составу и их водно-физические свойства (табл. 2).

Таблица 2

Классификация почв по механическому составу и водно-физическим свойствам (СоюзНИХИ, 1974)

Почва	Физическая глина (частицы < 0,01 мм), %	Объемная масса, г/см³	Полевая влагоемкость, %
Тяжелоглинистая	> 66	1,71	27
Глинистая	66—50	1,64	25
Тяжелосуглинистая	50—40	1,60	23
Среднесуглинистая	40—33	1,48	21
Легкосуглинистая	25—14	1,30	18
Песчаная	< 14	1,12	13

Оптимальные режимы орошения устанавливают с учетом механического состава и влагоемкости почв. Для тяжелых глинистых почв с большим (66—70%) содержанием илистых частиц и повышенной полевой влагоемкостью (28—30%) поливные нормы повышают

Таблица 3

Запасы влаги в луговых почвах в зависимости от их влагоемкости (в слое 0—100 см)

Почвы	Влагоемкость, % от массы	Запасы воды, м³/га	Поливные нормы, м³/га
Глинистые	29	3640	1240
Тяжелосуглинистые	25	3200	1100
Среднесуглинистые	24	2780	973
Легкосуглинистые	21	2360	826
Супесчаные	19	1880	658
Песчаные	15	1460	510

до 1200—1400 м³/га (табл. 3), межполивные периоды удлиняют. По мере уменьшения содержания глинистых частиц и при переходе от тяжелоглинистых почв к легкосуглинистым и песчаным объемная масса уменьшается до 0,9—1,1 г/см³, влагоемкость почвы сокращается до 20—22% от ее массы. Это требует дифференцированного подхода к режиму орошения. В этом случае поливные нормы снижают до 700—800 м³/га, межполивные периоды сокращают, а число поливов в межфазные периоды увеличивают.

По мере роста содержания физической глины пористость и влагоемкость почвы увеличиваются и процент недоступной для растений влаги возрастает. Влажность завядания растений хлопчатника на тяжелых почвах находится в пределах 12—14%, а на легких — около 4—5%.

Районы поливного земледелия в Узбекской ССР расположены в пределах сероземного пояса. Кроме сероземов распространены луговые, лугово-болотные, болотные почвы и солончаки. В орошаемом земельном балансе важная роль принадлежит светлым, типичным и темным сероземам, луговым и лугово-болотным почвам. В районах существующего и перспективного орошения наибольшие площади, занятые хлопчатником и другими сельскохозяйственными культурами, отнесены к почвам сероземного пояса пустынной зоны.

В пределах каждой климатической зоны (северной, центральной и южной) выделяют автоморфные, переходные и гидроморфные почвы (Н. В. Кимберг, 1968). В орошаемых районах Узбекистана преобладают ав-

томорфные почвы сероземного типа и гидроморфные луговые и лугово-болотные почвы.

Северная климатическая зона, включающая Каракалпакскую АССР и Хорезмскую область, подразделяется на две подзоны. В первой подзоне представлены луговые, староорошаемые, слабозасоленные, тяжелосуглинистые и средневодопроницаемые почвы. Грунтовые воды залегают на глубине 1,5 — 1,8 м. Уклоны поливных участков малые — не более 0,001. Во второй подзоне встречаются лугово-сероземные, новоорошаемые, слабозасоленные, легкосуглинистые, хорошо водопроницаемые почвы. Грунтовые воды залегают на глубине 2,5—3 м. Уклоны орошаемых полей средние— 0,002—0,005.

Продолжительность вегетационного периода 180—200 дней. Среднегодовые температуры 12,5°С, а наиболее теплого месяца июля 25—26°С. Сумма температур за апрель — октябрь 3800—3900, испаряемость до 1000 мм. Атмосферных осадков выпадает мало — 120 —160 мм в год.

В центральной климатической зоне, в которую входят Ташкентская, Сырдарьинская, Джизакская области и Ферганская долина, различают три подзоны. В первой подзоне представлены луговые, староорошаемые, незасоленные и засоленные, среднесуглинистые и средневодопроницаемые почвы с близким залеганием (1 — 1,5м) пресных и минерализованных грунтовых вод. Уклоны орошаемых полей средние—0,002 — 0,004. Во второй подзоне встречаются сероземно-луговые, староорошаемые, слабозасоленные и тяжелосуглинистые почвы с слабой водопроницаемостью. Грунтовые воды залегают на глубине 3—4 м, уклоны полей небольшие — 0,001—0,002. В третьей подзоне почвы сероземные, нового орошения, незасоленные, среднесуглинистые, хорошо водопроницаемые. Глубина залегания грунтовых вод 4—6 м, уклоны поливных участков незначительные — 0,006 — 0,007.

Вегетационный период продолжается 200 — 220 дней, сумма температур 4000—4200°С, среднегодовая температура воздуха 12,5—13,5°С, средняя температура июля 26—30°С. Испаряемость 1500—1700 мм, осадков выпадает 160 — 280 мм в год.

В южную климатическую зону входят Кашкадарьинская, Сурхандарьинская и южные районы Бухар-

ской области, а также Туркменская ССР и Таджикская ССР. Зона разбита на три подзоны. В первой подзоне представлены луговые, староорошаемые, среднезасоленные, тяжелосуглинистые и средневодопроницаемые почвы. Грунтовые воды залегают на глубине 1,5—2 м, уклоны орошаемых полей небольшие — 0,002—0,003. Во второй подзоне почвы лугово-сероземные, староорошаемые, слабозасоленные, среднесуглинистые, со средней водопроницаемостью. Грунтовые воды залегают на глубине 2,5—3 м, уклоны орошаемых полей средние — 0,003—0,005. В третьей подзоне почвы сероземные второго и третьего года освоения, незасоленные, среднесуглинистые и хорошо водопроницаемые. Грунтовые воды глубокие (6—7 м), уклоны орошаемых полей незначительные—0,006—0,007.

Продолжительность вегетационного периода 240—260 дней, сумма температур 4600—5000°С, среднегодовая температура воздуха 14,5—15°С, июля—32—33°С. Испаряемость влаги высокая — 1800—2000 мм, осадков выпадает мало — 80—150 мм в год.

3. Условия почвообразования и автоморфные почвы пустынной зоны

Светлые сероземы распространены в наиболее сухой и жаркой части сероземного пояса и занимают область высоких речных террас, подгорных (пролювиальных) равнин и низких предгорий на высоте 200—400 м над уровнем моря.

Светлые сероземы расположены на большей части Среднеазиатской провинции в направлении с севера на юг. Наиболее крупные массивы их отмечены вдоль склонов хребта Каратау в Южном Казахстане, в присырдарьинских понижениях, в Голодной и Каршинской степях, по предгорьям Гиссарского хребта и вдоль северных склонов Копетдага. Светлые сероземы встречаются в Ферганской, Зеравшанской (в средней части), Сурхан-Шерабадской и Вахшской долинах. Для почв светлосероземного типа характерно небольшое содержание гумуса—0,4—1,2%, слабовыраженная структура пахотного горизонта и высокое подстилание карбонатного и гипсового горизонтов Б. В. Горбунов, 1976).

Основная часть светлосероземных почв формируется на лёссовидных породах и отличается высокой пылеватостью. Для светлых сероземов характерно высокое содержание частиц диаметром 0,05 — 0,01 мм (табл. 4).

Таблица 4

Содержание гумуса, азота, CO_2 и физической глины в светлых сероземах, %

Горизонт, см	Гумус	Азот	CO_2	% частиц $d < 0{,}01$ мм
0—8	1,66	0,087	11,0	32,0
10—20	0,73	0,039	10,8	29,4
31—39	0,47	0,029	9,4	24,0
50—58	0,39	0,022	10,2	23,0
90—98	0,33	0,016	11,9	21,0
122—130	0,27	0,014	7,4	18,1

Содержание коллоидных частиц не превышает 3—8%, водопрочных агрегатов мало, но эти почвы богаты щелочноземельными карбонатами, главным образом углекислым кальцием (П. Н. Беседин, 1946). Светлые сероземы содержат около 90—94% поглощенного кальция и магния и 6—10% кальция и натрия.

По мере освоения под сельскохозяйственные культуры плодородие светлых сероземов повышается. При правильном режиме орошения на них можно получать высокие урожаи сельскохозяйственных культур.

Типичные сероземы занимают области высоких речных террас, подгорных равнин и низких предгорий. Высотные границы этих почв находятся на уровне 400—600 м. В зоне распространения типичных сероземов осадков выпадает больше, чем в зоне светлых сероземов.

Для типичных сероземов характерно, что они почти не засолены легкорастворимыми солями и не подвержены засолению. Содержание карбонатов (CO_2) в этих почвах колеблется в пределах 5—15%, а емкость поглощения достигает 8—12 мг-экв на 100 г почвы. Поглощающий комплекс насыщен на 95—98% от емкости поглощения щелочноземельными основаниями и около 2—5% приходится на долю щелочных оснований.

В типичных сероземах содержание микроагрегатов размером 0,25—0,01 мм составляет 70—75%, а в светлых — 90—95% (С. Н. Рыжов, 1948). В типичных сероземах меньше азота, фосфора и калия, поэтому плодородие их ниже, чем светлосероземных почв.

Темные сероземы занимают более высокие предгорья и низкие горы на высоте 400—1000 м (С. П. Сучков, 1960). В зонах формирования темносероземных почв выпадает больше атмосферных осадков, температуры в вегетационный период не столь высокие, почвы лучше оструктурены и отсутствует засоление. Темные сероземы содержат до 2% гумуса и 0,15—0,18% азота (табл. 5). По мере углубления пахотного горизонта плодородие почвы уменьшается.

Таблица 5

Содержание гумуса, азота, CO_2 и физической глины в темных сероземах (по *М. А. Панкову*, 1973), %

Горизонт, см	Гумус	Азот	CO_2	% частиц $d < 0{,}01$ мм
0—10	1,96	0,176	6,48	53,20
15—25	1,43	0,147	7,93	55,18
35—45	1,12	0,142	9,12	48,40
55—65	1,64	0,121	9,48	50,07
90—100	0,85	0,084	10,05	48-12
170—180	0,34	—	12—14	47—41

Почвенный раствор нейтральный или слабощелочной, карбонатность 7—11%, емкость поглощения 10—16 мг-экв на 100 г почвы.

По механическому составу темные сероземы относятся к тяжелым и легким суглинкам. Содержание структурных частиц крупнее 10 мм в них достигает 45—55%, в светлых сероземах — 15—30%, в типичных — 30—40%.

Темносероземные почвы находятся в более высокой группе по плодородию и обеспечивают получение значительно больших урожаев сельскохозяйственных культур.

Темносероземные почвы распространены в Ферганской долине, Ташкентской и Чимкентской областях, в Киргизской ССР и Таджикской ССР.

4. Гидроморфные почвы сероземного пояса и пустынной зоны

В орошаемых районах Средней Азии насчитывается до 50% гидроморфных почв (М. А. Панков, 1973). К этому ряду почв относятся луговые, болотно-луговые и болотные, распространены они на нижних речных террасах и в долинах рек с близким стоянием (1—3 м) грунтовых вод. Луговые и болотно-луговые почвы отличаются от сероземов повышенным содержанием гумуса, азота, фосфора и калия (табл. 6).

Таблица 6

Содержание гумуса, азота и фосфора в орошаемых луговых почвах (по *М. А. Панкову*, 1973), %

Горизонт, см	Гумус	Азот	Фосфор	% частиц $d < 0{,}01$ мм
0—10	3,44	0,208	0,181	46
10—20	3,33	0,193	0,170	39
30—40	2,91	—	—	33
60—70	0,68	—	—	26

В них больше структурных частиц и они обладают более высокой, потенциальной возможностью в создании урожая.

Несмотря на то, что луговые почвы содержат много валового фосфора и калия, их доступность в условиях избыточного увлажнения для растений не высокая, поэтому под все возделываемые на луговых почвах культуры приходится вносить дополнительные нормы фосфорных и калийных удобрений.

Приведенные данные показывают, что гумуса в гидроморфных почвах в два-три раза больше, чем в других почвах, больше в них азота и фосфора.

Луговые и лугово-болотные почвы обладают лучшими физическими свойствами, повышенным плодородием и, как правило, обеспечивают при правильном режиме орошения получение более высоких урожаев сельскохозяйственных культур.

ГЛАВА III. ВОДНЫЕ РЕСУРСЫ И ИСТОЧНИКИ ОРОШЕНИЯ

1. Обеспеченность орошаемых районов водой

Водные ресурсы на нашей планете — наиболее ценное народное богатство, требующее бережного отношения и постоянной заботы по их умножению и правильному расходованию. В отличие от полезных ископаемых водные ресурсы непрерывно возобновляются в процессе влагооборота, но это не значит, что они в природе безграничны, особенно запасы пресной воды, пригодной для использования.

Под *водными ресурсами* принято понимать стационарные и возобновляемые в процессе круговорота запасы воды на нашей планете. К ним относятся все запасы воды в гидросфере—водной оболочке земного шара (воды морей, рек, озер, искусственных водоемов, а также подземные воды, почвенная влага, лед горных и полярных ледников, водяные пары атмосферы). Из общих запасов 1,5 млрд. км³ водных ресурсов доступной для использования пресной воды насчитывается всего 4—5 млн. км³ или 0,3% объема гидросферы (М. И. Львович, 1969). Основные источники, обеспечивающие потребности в пресных водах, складываются из влаги, возобновляемой в процессе круговорота воды. В процессе круговорота атмосфера насыщается влагой, которая конденсируется и выпадает в виде атмосферных осадков, что обеспечивает жизнь растительному и животному миру на Земле.

Запасы воды в гидросфере составляют около 1460 млн. км³, из них около 1370 млн. м³ это воды Мирового океана, около 90 млн. км³ или 6% — воды суши. В атмосфере содержится 13—15 тыс. км³ водяных паров, которые дают ежегодно 520 тыс. км³ осадков, из которых формируются пресные воды на суше.

В зависимости от количества атмосферных осадков всю поверхность земного шара можно распределить на климатические области. Засушливые и полузасушливые территории, где выпадает 250—500 мм осадков в год, занимают более половины всей суши (табл. 7).

В засушливых климатических зонах при достаточном количестве тепла и света для получения высоких урожаев сельскохозяйственных культур необходимо систематическое пополнение запасов влаги в почве за счет искусственного увлажнения.

Таблица 7

Количество атмосферных осадков и степень увлажнения по климатическим областям

Климатические области	Количество осадков, мм в год	% от общей площади суши
Аридные (засушливые)	До 250	25
Семиридные (полузасушливые)	250—500	30
Субгумидные	500—1000	20
Гумидные	1000—1500	11
Гумидные	1500—2000	9
Очень влажные	более 2000	5

В засушливых климатических зонах миллионы гектаров плодородных земель остаются не освоенными лишь потому, что здесь в год выпадает не более 250—360 мм осадков и их совершенно недостаточно для земледелия. Поэтому рациональное использование воды на орошение сельскохозяйственных культур является одной из важных общегосударственных задач.

Исследованиями советских и зарубежных ученых доказано, что богатство народов мира и впредь будет во многом определяться запасами источников пресной воды. Это положение в полной мере относится и к Советскому Союзу. Обеспеченность нашей страны водой можно считать удовлетворительной, так как на 16% всей суши приходится 8,8% стока рек. Хорошая водообеспеченность территории является основой дальнейшего развития сельского хозяйства.

По суммарному водному стоку СССР занимает первое место в мире. Общие водные ресурсы Советского Союза (по оценке гидрометеослужбы страны) составляют в среднем по водности году 4720 км³, в Бразилии — 3200, США — 2850, КНР — 2600 км³. Однако средний сток на единицу площади в СССР в два раза меньше, чем в США — 5,8 л/с с 1 км². Объемом осадков более 700 мм в год в СССР обеспечен лишь 1% пашни, а в США — 60%. Интересны данные о распределении водных ресурсов в расчете на одного человека, проживающего в различных климатических зонах. В целом по нашей стране на одного жителя приходится 18,4 тыс. м³ воды в год, по РСФСР—31,9 тыс., Узбекистану—7,9 тыс., Таджикистану—26,4 тыс., Кирги-

зии — 15,3 тыс. и Азербайджану — 5,5 тыс. м³ (Г. Ф. Раскин, 1979).

Как уже указывалось, Советский Союз занимает одно из первых мест в мире по запасам пресных вод, их накапливается около 44,9 км³ или 12% всего мирового стока рек, однако водные источники на территории нашей страны распределены крайне неравномерно. Около 80% поверхностных вод приходится на северные районы, где потребность в них незначительна. И лишь 20% сосредоточено в центральных и южных районах, где они используется на орошение сельскохозяйственных культур.

На долю Средней Азии и Казахстана падает всего 2% запасов поверхностных вод страны, и на этой территории выпадает мало атмосферных осадков (120—360 мм), а поэтому возделывать сельскохозяйственные культуры здесь без искусственного орошения практически невозможно и экономически невыгодно.

Ограниченность водных ресурсов сдерживает развитие сельскохозяйственного производства. Воды на сельскохозяйственные нужды не хватает, поэтому рациональное ее использование на орошение, куда потребляется более половины имеющихся запасов, становится все более актуальной задачей.

В Советском Союзе к 1978 г. орошаемые площади увеличились почти в три раза, а суммарный расход воды превысил 3600 м³/с. Из этого объема на коммунально-бытовое снабжение расходуется только один процент пресной воды, а все остальное количество—на орошение сельскохозяйственных культур и промышленные цели.

Крупнейшим потребителем воды в Средней Азии является сельское хозяйство. В 1977 г. в зоне орошаемого земледелия общий водозабор из источников орошения возрос по сравнению с 1957 г. до 165,7 млрд. м³ или почти в 2,4 раза. Много воды (50—55%) теряется на фильтрацию в оросительной сети, испарение и сброс. Дальнейшее повышение коэффициента полезного действия (КПД) межхозяйственной и внутрихозяйственной оросительной сети возможно только при строительстве инженерных оросительных систем, реконструкции существующих систем и при лучшей организации водопользования.

Большие различия климатических условий орошае-

мой зоны Средней Азии, наличие различных источников орошения накладывают определенный отпечаток на способы подачи воды на сельскохозяйственные нужды.

2. Способы подачи воды на орошение

В зависимости от направления сельскохозяйственного производства, климатических зон и наличия свободной воды в источниках орошения различают несколько видов орошения сельскохозяйственных культур: постоянное или регулярное, нерегулярное, разовое или однократное, лиманное орошение.

Примером регулярного орошения могут служить поливы хлопчатника, люцерны, кукурузы. В зависимости от способов подачи воды оно может быть самотечным или машинным. Если источник орошения находится выше орошаемой площади, то вода на полив подается самотеком. Если же источник орошения находится ниже орошаемой площади, то вода на полив подается при помощи насосов. Это машинное орошение. Регулярное орошение проводится постоянно, в установленных интервалах для поддержания необходимых запасов влаги в почве. Регулярное орошение широко применяется на посевах пропашных, кормовых культур и многолетних трав в Узбекистане, Таджикистане, Туркмении и других республиках.

При нерегулярном орошении количество поливов сельскохозяйственных культур определяется запасами воды в источниках орошения и может состоять из одного или двух вегетационных поливов. В отдельные годы проводится только один, предпосевной полив. Этот вид орошения чаще всего применяется в предгорной зоне Узбекистана для полива плодовых, овощных и кормовых культур. Вода для нерегулярного орошения обычно забирается из мелких и крупных саев, которых в республиках Средней Азии насчитывается более двух тысяч. Нерегулярное орошение — важный фактор повышения урожайности сельскохозяйственных культур, возделываемых в предгорной зоне.

Разовое, или однократное, орошение проводится на равнинах засушливой зоны. За вегетацию дают один полив, и на этом орошение прекращается. Воду для разовых поливов забирают из маловодных саев и родников.

Лиманное орошение также можно назвать разовым. Оно применяется в основном в Европейской части СССР (Оренбургская, Куйбышевская, Саратовская области) при возделывании зерновых, кормовых и овощных культур.

Для лиманного орошения обычно используются весенние талые и дождевые воды. Такой вид одноразового орошения в засушливой зоне Европейской части Союза позволяет получать гарантированные урожаи сельскохозяйственных культур.

Лиманное орошение — наиболее простой вид увлажнения почвы и распределения воды по поверхности поля. При правильной организации работ можно в наиболее короткий срок увлажнить почву в допосевной период, создать необходимые условия для развития растений при наименьших затратах ручного труда и повысить урожайность. В Поволжье урожай зерновых культур повышается при этом до 30—40 ц/га.

Поля, предназначенные для лиманного орошения, делят на чеки (1 — 4 га), загораживают валиками высотой 50—60 см. Талая вода распределяется слоем 30—40 см и насыщает почву влагой до глубины 1—2 м. После лиманного орошения поливы в вегетационный период не проводят.

В Оренбургской области при лиманном орошении (норма полива 2400 м³/га) урожай сена фуражной люцерны достигает 52—54 ц/га. Если же дополнительно дать три-четыре вегетационных полива, урожай сена люцерны возрастает до 82 ц/га (без орошения — 10—12 ц/га).

Таким образом, лиманное орошение в засушливых районах Европейской части СССР — эффективный прием увеличения производства сельскохозяйственной продукции.

Обводнение. В засушливых районах Средней Азии и Казахстана имеются огромные территории пастбищ, на которых нет достаточного количества воды для обеспечения нужд отгонного животноводства. Чтобы создать прочную кормовую базу для каракульского овцеводства, необходимо обводнение пустынных пастбищ, изыскание подземных источников воды. В последние годы обводнение пустынных пастбищ осуществляется на базе строительства артезианских скважин и откачки воды из колодцев. Однако откачивае-

мые подземные воды высокоминерализованы и их не всегда можно использовать на орошение. Колодцы для откачки воды могут быть шахтные, трубчатые или буровые. Глубина их 30—40 м, а при 80—100 м вода из скважин обычно самоизливается.

В Узбекской ССР насчитывается около 31 млн. га пустынных пастбищ, в том числе более 5,5 млн. га необводненных. Основные массивы их сосредоточены в Бухарской области и Каракалпакской АССР. Дальнейшее обводнение пастбищ будет осуществляться за счет строительства артезианских скважин и скважин вертикального дренажа. Обводнение в этих условиях позволит вести выборочное орошение для выращивания кормовых и продовольственных культур.

3. Источники орошения в Средней Азии

Главные источники орошения в Средней Азии слагаются из поверхностных вод, накапливающихся в горных районах за счет атмосферных осадков.

Территория Средней Азии подразделяется на две части: горную и равнинную. Около одной трети территории в восточной и юго-восточной частях занимают горные системы Гиндукуша, Копетдага, Памиро-Алая и Тянь-Шаня. В этих горных областях и выпадает основная масса атмосферных осадков, которая обеспечивает оросительной водой равнины. В горах Средней Азии в среднем за год выпадает 575 мм осадков, из которых 200 мм идет на образование поверхностного стока (В. Л. Шульц, 1966).

Осадки в горах выпадают в основном в виде снега, превращающегося в лед, который постепенно с повышением температур летом тает, и это питает водой среднеазиатские реки.

Водный баланс в Средней Азии складывается из атмосферных осадков в горах, таяния снега и льда и расходования воды в равнинной части на орошение. В формировании поверхностного стока с высоким водосбором участвуют снежники и ледники, образующиеся при уплотнении переходящих запасов снега, скапливающегося на больших высотах. Накапливающиеся в горах снежники и ледники, которые тают в течение трех-четырех месяцев, являются источниками питания

крупных рек Средней Азии и обеспечивают водой сельскохозяйственные растения в равнинной части.

В Средней Азии ледниковое питание рек не превышает 25—30% годового стока. Хотя общий процент стока за счет таяния льда и небольшой, но наибольший расход воды приходится на июль—август, что особенно положительно сказывается на режиме орошения сельскохозяйственных культур.

Кроме снегового и ледникового питания реки пополняются и за счет обильно выпадающих весной и осенью дождей. Зимой, когда снег и ледники не тают, единственным источником питания рек являются грунтовые воды. Сведения о расходе воды в реках различного типа питания представлены в табл. 8.

Таблица 8

Среднегодовой сток крупнейших речных бассейнов Средней Азии (по данным Минводхоза УзССР)

Речной бассейн	Площадь водосбора, тыс. км.	Средний расход, м³/с	Годовой сток, км³	Модуль стока, л/с на 1 км²	Площадь пахотопригодных земель, тыс. га.	Естественный оросительный гидромодуль на 1 км²
Бассейн Амударьи	227	2500	79,5	11,0	10800	23,3
Пяндж	107	1100	35,0	9,3	380	258
Вахш	34	670	21,2	19,4	140	480
Кафирниган	8	180	5,7	22,3	170	115
Сурхандарья	8	120	3,8	14,6	390	33
Собственно Амударья	199	2000	62,7	10,0	3200	63
Кашкадарья	4	38	1,3	9,5	1350	2,8
Зеравшан	18	198	6,2	11,0	1800	14,4
Реки Копетдага	223	90	2,8	0,4	2930	3,1
Бассейн Сырдарьи	150	1200	38,0	8,0	5200	23
Нарын	58	417	13,2	7,1	170	245
Карадарья	23	236	7,5	10,2	400	65
Собственно Сырдарья	142	500	16,0	3,5	2800	17,8
Чирчик	11	219	7,0	20,0	420	52
Чу	25	130	41	52	720	18

Главнейшими водными источниками на территории Средней Азии являются реки Амударья (с годовым стоком 79,5 км³) и Сырдарья (с годовым стоком 38 км³) и их притоки: Вахш, Пяндж, Кафирниган, Сурхандарья, Зеравшан, Кассансай, Гавасай, Ахангаран,

Чирчик, Исфайрам, Сох, Исфара, Нарын, Карадарья. На территории Узбекской ССР насчитывается около ста крупных и мелких рек, саев и водотоков. Почти для всех рек сток определяется количеством атмосферных осадков и величиной испарения. Внутригодовое распределение стока рек зависит от высоты водосбора и подразделяется на три периода: 1) период межени (подземное питание с небольшими расходами воды, плавно снижающимися до начала обильных дождей, суточный ход расхода отсутствует); 2) снегово-дождевой паводок (за счет таяния сезонного снега и выпадения обильных дождей расход воды в реках резко увеличивается); 3) паводок в реках за счет таяния высокогорного (3500—4000 м) льда. Такой расход воды в реках называется *расходом снегово-ледникового типа.* Период межени продолжается с октября по февраль, снегово-дождевой паводок с марта по июль и снегово-ледниковый период с июля по сентябрь.

Таким образом, реки Средней Азии по характеру питания можно разделить на четыре группы: 1) ледниково-снегового питания; 2) снегово-ледникового питания; 3) снегового питания; 4) снегово-дождевого питания.

Реки ледниково-снегового типа питания отличаются высокой устойчивостью режима расхода и стока. Паводки на таких реках наступают поздно (в июле — августе), потому что они берут начало высоко в горах (табл. 9).

Таблица 9

Типы рек и критерии, служащие для отнесения их к типам питания (по *В. Л. Шульцу,* 1966)

Тип рек	Отношение стока за периоды VII-IX и III-IV	Сток за период VII-IX, % от годового стока	Месяцы с максимальным стоком
Ледниково-снегового питания	1,00	36	VII, VIII
Снегово-ледникового питания	0,99—0,27	40—17	V, VI
Снегового питания	0,27—0,18	16—12	IV, V
Снегово-дождевого питания	0,17—0,00	13—0	III, IV, V

Сток в реках снегово-дождевого питания формируется за счет таяния снега и дождей. Паводки проходят рано (в марте — мае). Реками снегово-дождевого типа являются Ахангаран и Кашкадарья, водосбор их лежит ниже 1500 м. Промежуточное положение по режиму стока воды занимают реки снегово-ледникового и снегового питания (Чирчик, Сырдарья и Амударья).

В зависимости от типа питания рек определяется режим орошения сельскохозяйственных культур. При снегово-дождевом типе питания режим орошения бывает наиболее обеспеченным только для зерновых культур с укороченным вегетационным периодом, которым не требуется продолжительная высокая предполивная влажность почвы на всем протяжении вегетации.

Отношение речного стока к площади пахотнопригодных земель показывает оросительный гидромодуль. Если величина его будет не меньше 10—20 л/с на 1 км^2, то это обеспечит орошение всей площади.

Чем меньше сток, тем соответственно ниже водообеспеченность. Наименьшая водообеспеченность наблюдается в бассейнах рек снегово-дождевого питания (Кашкадарья, Сурхандарья, реки Туркмении), где оросительный гидромодуль не превышает 3 л/с на 1 км^2.

В целях более равномерного распределения водных ресурсов и повышения эффективности использования стока рек, особенно многоводных, в республиках Средней Азии построено более 25 крупных водохранилищ, накапливающих около 30 млрд. м^3 воды. Большинство водохранилищ представлено в виде перегораживающих реки плотин. Имеются и наливные водохранилища — естественные понижения и котловины, наполняющиеся водой через подводящие каналы. Внутриоросительные водохранилища предназначены для регулирования расходов воды в магистральных каналах.

Расширение орошаемых площадей в новой зоне требует вести постоянное регулирование стока рек для равномерного распределения воды в вегетацию при орошении сельскохозяйственных культур, особенно в июле и августе. Наиболее крупным (2 млрд. м^3) русловым водохранилищем в Ташкентской области является Чарвакское на реке Чирчик, построенное в 1972 г., в Сырдарьинской области — Фархадское (350 млн. м^3) и Чардаринское (700 млн. м^3). В Андижанской области на р. Карадарья завершается строительство Андижанского

водохранилища объемом 1750 млн. м³. В Кашкадарьинской области построены Чимкурганское (500 млн. м³) и Пачкамарское (260 млн. м³) водохранилища, в Сурхандарьинской области на р. Сурхандарье — Южно-Сурханское (800 млн. м³) водохранилище. В Самаркандской области на р. Заравшан реконструировано Каттакурганское водохранилище объемом 1 млрд. м³. На Амударье завершается строительство крупнейшего гидроузла и Туямуюнского водохранилища объемом 7,8 млрд. м³. На р. Нарын построено Токтогульское водохранилище, в чаше которого будет накапливаться до 19,5 млрд. м³ воды. Многолетнее регулирование стока на основных источниках орошения—реках позволило к 1980 г. общую емкость действующих и строящихся водохранилищ довести до 40 млрд. м³, в том числе 30 млрд. м³ полезной. В значительной степени улучшилась водообеспеченность старых орошаемых районов, продолжается освоение новых земель.

Большое количество крупных и мелких саев насчитывается в Ферганской долине, Кашкадарьинской, Сурхандарьинской и Самаркандской областях и в долине р. Чирчик. Вода из саев используется в предгорной и богарной зонах на орошение садов и виноградников, лугов и пастбищ, плантаций шелковицы и лесных массивов. Нередко водой из саев снабжают крупные населенные пункты и города.

4. Подземные и дренажные воды

Во многих странах мира с засушливым климатом и недостаточным количеством поверхностных вод на орошение сельскохозяйственных культур начинают широко применяться подземные воды. В западных штатах США, в Австралии, Индии, Китае, Израиле подземные воды на орошение используются в широких размерах. В Средней Азии орошаемое земледелие развивалось в первую очередь в долинах рек и на землях, где грунтовые воды стояли близко к поверхности. Эти земли особенно успешно осваивались с использованием на орошение подземных вод.

Расширение орошаемых площадей в Узбекистане вызвало определенный дефицит в поливной воде, восполнить который в значительной мере можно за счет

привлечения на орошение возвратных, дренажных и подземных вод.

Увеличение водозабора вызвало и интенсивное дренирование орошаемых земель, а объемы слабоминерализованного дренажного стока в Узбекистане достигли 9 млрд. м³ в год. В настоящее время большое внимание уделяется вопросам изучения запасов и целесообразности применения на орошение дренажных и подземных вод. По подсчетам гидрогеологов в Средней Азии ежегодно на орошение можно использовать около 16 млрд. м³ подземной воды. И хотя запасы подземных вод огромны и исчисляются на территории Советского Союза в 35 тыс. м³/с, а в Узбекистане около 1000 м³/с, на орошение их используют только в маловодные годы.

Привлечение подземных вод на орошение сельскохозяйственных культур в Средней Азии позволит дополнительно освоить и оросить около 500 тыс. га новых земель и восполнить всевозрастающий дефицит поверхностных вод.

Исследования многих ученых показали, что уже сейчас в Узбекистане можно без особых затрат применить на орошение около 630 м³/с подземных вод, сократив на 400 м³/с расход поверхностного стока. Несмотря на большие запасы подземных вод, использование их на орошение не превышает 10% запасов. Объяснить это можно и слабой изученностью подземных вод.

Запасы подземных вод в Средней Азии сосредоточены в основном в 11 районах: Ферганском, Приташкентском, Голодностепском, Нурата-Туркестанском, Зеравшанском, Кашкадарьинском, Сурхандарьинском, Центральнокызылкумском, Прицентральнокызылкумском, Южноприаральском и Устюртском.

По происхождению подземные воды можно распределить на четыре группы:

1) артезианские напорные и ненапорные, залегающие на глубине до 200 м;

2) подземные воды, откачиваемые с глубины 50—100 м скважинами вертикального дренажа;

3) грунтовые и дренажные воды, собираемые из коллекторно-дренажной сети глубиной до 4 м и используемые на орошение;

4) сбросные и возвратные воды, повторно используемые на орошение сельскохозяйственных культур.

Принято считать, что в пресной поливной воде содержание легкорастворимых солей не должно превышать 1 г/л, в подземных водах содержание растворимых солей может колебаться в широких пределах. Грунтовые воды с содержанием солей до 1 г/л считаются пресными, 1—3 г/л — слабоминерализованными, 3—6 г/л—среднеминерализованными и 8—12 г/л—высокоминерализованными. Минерализованные воды с содержанием солей до 30 г/л и более относятся к рассолам.

Подземные и дренажные воды особенно широко применяются на орошение хлопчатника в Голодной степи, а также в Ферганской долине, где ежегодно ощущается маловодье.

Опыты, проведенные в 1970—1976 гг. В. М. Легостаевым, В. Т. Львом, Г. А. Ибрагимовым, Т. П. Глуховой в Ферганской, Андижанской и Сырдарьинской областях, показали, что на тяжелых почвах для орошения хлопчатника можно с успехом применять дренажные и подземные воды с содержанием растворимых солей до 4 г/л и хлора до 0,5 г/л, а на легких почвах —соответственно до 6 и 1 г/л. Если же содержание солей в воде превышает указанные величины, такую воду смешивают наполовину с пресной водой.

На засоленных почвах Голодной степи использование на орошение хлопчатника минерализованных вод приводило к ухудшению выноса растениями азота, фосфора и калия, эффективность минеральных удобрений снижалась. Окупаемость минеральных удобрений можно значительно повысить, если через каждые четыре-пять лет проводить тщательную промывку земель (Е. Ш. Сафаров, 1979).

В 1972 — 1974 гг. в Андижанской области проводились широкие производственные испытания по применению минерализованных вод на орошение хлопчатника. Испытания подтвердили, что недостающее количество поливной воды (порядка 38—40%) можно пополнить из коллекторно-дренажной сети.

Дренажными водами орошалось 2,4 — 3 тыс. га посевов хлопчатника, валовой урожай составил 7 тыс. 780 т на общую сумму 3,6 млн. руб. При поливе минерализованной водой (2,8 — 3,2 г/л) урожай хлопка-сырца достигал 32,9 ц/га (табл. 10).

В Центральной Фергане, Голодной, Каршинской и

Таблица 10

Урожай хлопка-сырца при использовании на орошение минерализованных вод (по *М. Мирзаахмедову*, 1972—1974)

Колхоз	Минерализация воды, г/л	Высота растений, см	Число коробочек, шт.	Урожай	
				ц/га	%
«Ленинград» Балыкчинского р-на	Полив арычной водой, 0,8	85	9,7	35,5	100
	Полив смешанной водой, 1,5	83	9,0	32,0	90
	Полив минерализованной водой, 2,8	81	8,9	30,1	85
«Ленин юлы» Бозского р-на	Полив арычной водой, 0,9	99	12,5	37,8	100
	Полив смешанной водой 1,8	95	9,7	36,1	95,5
	Полив минерализованной водой, 3,2	92	9,1	32,9	87,5

Сурхан-Шерабадской степях, где ощущается острый недостаток в поливной воде, предоставляется полная возможность использовать подземные и дренажные воды. Однако при этом необходимо учитывать механический состав почв, их дренированность, химический состав минерализованных вод.

На глинистых и суглинистых почвах Андижанской области минерализация поливной воды не должна превышать 3—4 г/л, содержание хлора 0,5 г/л, на легких супесчаных почвах — соответственно 6 и 0,5 — 1 г/л (М. Мирзаахмедов, 1974).

На хорошо дренируемых и обеспеченных дренажными устройствами почвах минерализация поливной воды может быть выше, чем в бездренажных условиях, со слабым оттоком грунтовых вод. Не рекомендуется использовать на орошение воду с повышенным содержанием карбонатов, так как это может вызвать сильную солонцеватость, ухудшение водно-физических свойств почвы и значительное снижение урожайности.

5. Сточные воды

Развитие народного хозяйства, быстрый рост населения в городах и промышленных центрах привели к увеличению потребления пресной воды в нашей стране до 300 км³ в год, а в Узбекистане — 55,7 км³. Воды,

загрязненные бытовыми отбросами и производственными отходами удаляются с территории населенных пунктов и промышленных предприятий системами канализации. Это так называемые *сточные воды*. Только в Средней Азии за последнее время ежегодно накапливается 4—5 км³ сточных вод, которыми можно оросить около 1 млн. га земли. В стране сейчас сточными водами поливается 80 тыс. га, а в Средней Азии — 4 тыс. га. Если суммарный водозабор на промышленные и бытовые нужды по Советскому Союзу в 1960 г. принять за 100%, то в 1965 г. он составил 157%, в 1970 г. — 337%, в 1980 г. — 800—1000%. С каждым годом возрастает и количество бытовых и производственных сточных вод. С развитием промышленности увеличивается сброс сточных вод, использованных в различных технологических процессах. Так, например, для производства 7 т стали необходимо 170—200 м³, на выработку 1 т каучука расходуется до 2100 м³ воды.

На территории Узбекской ССР промышленные предприятия и бытовые учреждения ежегодно сбрасывают 2,7 млрд. м³ неочищенных сточных вод, а в перспективе в республике ожидается накопление их около 6 млрд. м³ в год. Этим количеством можно будет оросить около 700 тыс. га сельскохозяйственных угодий.

Сточные воды содержат вредные вещества, от которых природные воды не могут самоочищаться. В результате этого возникла острая проблема охраны водоемов от загрязнения сточными водами. Охране водных ресурсов от загрязнения придается огромное значение, так как это входит в общие задачи по рациональному использованию природных богатств и имеет важное политическое, государственное и народнохозяйственное значение. В соответствии с Законом об охране природы и водным законодательством в СССР выделяются значительные средства на очистку и утилизацию сточных вод. В промышленности переходят на замкнутый (бессточный) цикл использования воды на предприятиях. Особое значение в охране водных ресурсов отводится механической, химической и физико-химической обработке бытовых сточных вод, основанной на реакциях нейтрализации, окисления, процессах коагуляции, сорбции и фильтрации воды через ионообменные смолы, а также биохимической очистке.

Методы физико-химической очистки в сочетании с

биологической очисткой позволяют почти полностью (на 95%) удалить из сточных вод загрязняющие вещества. По подсчетам Всесоюзного научно-исследовательского института гидротехники и мелиорации (1977), в сточных водах городов содержатся питательные вещества, в каждом кубометре: азота —50—70, фосфора — 15—20, калия — 30—40, кальция — 80—115 и магния —40—60 г. За вегетацию хлопчатник получает до 8 тыс. м³ воды, значит вместе с водой в почву дополнительно попадает 48 кг чистого азота, 14 кг фосфора, 30 кг калия, 72 кг кальция и 40 кг магния. В общей сложности при оросительной норме 8 тыс. м³/га в почву со сточными водами вносится до 200 кг/га элементов питания в чистом виде.

При орошении кормовых культур сточными водами урожайность повышалась на 25—30%. Это можно объяснить тем, что в сточных водах содержалось азота 778—1556, фосфора 225—475 и калия 315—340 мг/л (Р. Ташмухамедов, 1979).

В будущем крупным резервом водных ресурсов явятся сточные воды, которых на территории Узбекистана к 2000 году будет накапливаться около 6—8 млрд. м³. По мере увеличения накопления сточных вод потребуется разработать способы и технику орошения ими сельскохозяйственных культур, а также круглогодичное их использование в сельском хозяйстве. Как уже отмечалось, в составе сточных вод содержатся элементы питания растений—азот, фосфор, калий, кальций и магний. Кроме дополнительного источника поливной воды, сельское хозяйство может получить тысячи тонн азотных, фосфорных и калийных удобрений.

С использованием животноводческих и бытовых сточных вод в сельском хозяйстве устанавливается определенный круг растений, которые можно орошать ими. На земледельческих полях орошения сточными водами разрешается поливать технические, зерновые, кормовые культуры и древесно-кустарниковые насаждения. Не допускается орошение сточными водами культур, идущих в пищу человека в сыром виде: свежих плодов, овоще-бахчевых культур, а также картофеля. Сточные воды наиболее целесообразно применять при выращивании многолетних трав с последующим приготовлением витаминной травяной муки, сенажа и для получения семян. На посевах этих культур техни-

ка распределения воды может быть различная: по тупым и проточным бороздам, с применением дождевальных машин.

Лучшие результаты получаются при использовании сточных вод на орошение дождевальной машиной «Волжанка» (ширина захвата до 800 м) от напорных трубопроводов. Сточные воды на орошаемых полях могут применяться и в невегетационный период, поливы могут быть по бороздам, по полосам и напуском по чекам. Для орошения сточными водами в невегетационный период используются дождевальные машины, такие, как ДДН-45 и ДДН-70. Экономические подсчеты показывают, что наиболее рентабельно сточные воды от животноводческих комплексов применять при возделывании однолетних и многолетних трав и кукурузы на зеленый корм; рентабельность от производства многолетних трав на сточных водах достигает 190%, затраты на строительство земледельческих полей орошения окупаются через 8—10 лет.

6. Качество поливной воды и его влияние на почву, растения и урожай

Качество поливной воды зависит главным образом от мутности (содержания илистых частиц), от количества растворимых солей и бактериологических свойств. Характер взвешенных в воде частиц влияет на показатели водно-физических свойств почвы: объемную массу, водопроницаемость, воздушный обмен между почвой и атмосферой.

Поливная вода содержит илистые частицы, которые могут иметь различное количество элементов питания и существенно влиять на плодородие почв. Так, например, в илистых частицах из глубоких почвогрунтов элементов питания мало, а иногда в их составе находятся соединения, которые, попадая на поля с поливной водой, ухудшают плодородие и физические свойства почвы. Илистые же частицы, смытые из верхних горизонтов, содержат достаточное количество элементов питания и положительно влияют на физические свойства и плодородие почвы, повышают урожайность сельскохозяйственных культур. Примером положительного воздействия илистых частиц на плодородие почвы могут служить взмученные воды р. Нил в Египте, по-

ступающие из внутренних территорий Африки. Полив сельскохозяйственных культур водой, содержащей плодородные илистые частицы, дает возможность получать высокие урожаи сельскохозяйственных культур без дополнительного внесения минеральных удобрений.

Если поливная вода содержит илистые частицы с вредными элементами, одним из основных способов улучшения качества ее является осветление. Осветление достигается за счет устройства отстойников, предотвращающих вынос вредных примесей на поля.

Качество поливной воды определяется величиной эрозии почвы. В среднеазиатских республиках смыв достигает 0,23 мм в год. Реки Азиатского континента выносят в Мировой океан 10,5 млрд. т взвешенных наносов в год, что составляет 6% суммарного стока, а реки Европы — менее 3% общего стока наносов. Столь значительное развитие эрозионных явлений можно объяснить лёссовидным происхождением наших почв.

Среднегодовая мутность воды в низовьях Сырдарьи около 2,64 г/л; при оросительной норме для риса около 25—30 тыс. м³/га за вегетационный период на поле может поступить 25—30 т/га наносов, мощность которых за 10 лет составит 2—5 см (Р. А. Чирков). В среднем течении Амударьи мутность воды достигает 6—9 г/л, в р. Атрек (Туркменская ССР) в момент паводка — 12—16 г/л.

При использовании мутной (4—5 г/л) воды на полив из гибких трубопроводов возможно быстрое их заиление и выход из строя. При орошении хлопчатника из сети закрытых трубопроводов вполне возможно использовать воду с мутностью до 4—5 г/л, но по сведениям И. Маслова, полученным в 1974—1975 гг., длина шлангов должна быть не более 150 м, диаметр до 200 мм, скорость течения воды в начале шланга около 1,5 м/с. При такой скорости заиления трубопроводов не произойдет.

Качество оросительной воды — один из основных показателей, обеспечивающих бесперебойную работу дождевальных машин. Согласно техническим требованиям оросительная вода, поступающая в дождевальные машины, не должна содержать твердые частицы размером более 0,2—0,5 мм.

Река Амударья — главный источник орошения в Средней Азии. Среднегодовой сток наносов у г. Керки

составляет 243 млн. т, с преобладанием частиц диаметром 0,05 мм. Взвешенные в этой воде наносы содержат некоторое количество элементов минерального питания для растений — углекислый кальций, соли калия и фосфора. Следовательно, воды реки Амударьи не только орошают, но частично и удобряют почву. Экономический эффект за счет улучшения плодородия земель от илистых частиц, пропускаемых по Каракумскому каналу и поступающих на хлопковые поля, составляет около 1,5 млн. руб. в год (А. Кулов, 1976).

Наиболее важным фактором, определяющим качество поливной воды, являются растворенные в ней соли. Подземные и дренажные воды Узбекистана резко отличаются от речных по химическому составу, минерализация их значительно выше, чем речных.

Если учесть, что в настоящее время суммарный дренажный сток составляет около 9 млрд. м^3, то использование на орошение подземных вод без учета их минерализации может вызвать значительное накопление вредных солей в почве и отрицательно повлиять на урожайность. Используя подземные и дренажные воды на орошение, необходимо учитывать содержание в них хлора, щелочность, соотношение солей натрия, кальция и магния. Кроме того, надо знать механический состав почвы.

По многолетним данным СоюзНИХИ и Института почвоведения Академии наук УзССР, при хорошей дренированности почвы и наличии дренажных устройств можно широко использовать дренажные воды, содержащие 3—4 г/л солей, на орошение сельскохозяйственных культур. Наибольший экономический эффект при использовании на орошение минерализованных вод получают на легких по механическому составу почвах, потому что на песчаных и супесчаных почвах не происходит большого накопления солей за вегетационный период.

Для первоначальной промывки сильнозасоленных почв и солончаков используют дренажные воды с минерализацией их до 10 г/л.

Качество поливной воды определяется не только общим содержанием солей, но и их составом. Для оценки качества поливной воды следует учитывать содержание легкорастворимых солей и их вредность для растений.

В орошаемых районах Узбекистана из всех солей, содержащихся в дренажной воде, наиболее токсичными для растений хлопчатника являются хлориды. Без особого ущерба можно использовать на орошение воду, в которой содержится до 0,5 г/л хлора, а на легких почвах — до 1 г/л. Очень часто вода, в которой содержится хлора больше 1 г/л, вызывает угнетение хлопчатника. В некоторых дренажных водах много натрия. Преобладание его над кальцием и магнием и избыточное накопление может вызвать осолонцевание и ухудшение водно-физических свойств почвы. Натрий в дренажной воде может находиться в виде поваренной соли (NaCl), карбонатов (Na_2CO_3) и бикарбонатов ($NaHCO_3$). Оценивая качество поливной воды, учитывают и величину щелочности. Дренажные слабощелочные воды с содержанием HCO_3 до 0,5 г/л могут свободно использоваться на орошение, с содержанием HCO_3 больше 0,5 г/л—менее пригодны.

Качество поливной воды во многом определяется и соотношением натриевых солей (NaCl и Na_2SO_4) и гипса ($CaSO_4$). Поливная вода с большим количеством хлоридов губительнее влияет на растения и почву, чем вода, содержащая сульфат натрия.

При использовании дренажных вод на полив сельскохозяйственных культур необходимо учитывать степень засоления почв, и если они засолены, то их следует хорошо промыть. Поливные нормы минерализованных вод должны быть промывного типа и рассчитаны на вымыв солей за пределы корнеобитаемого слоя.

Если дренажные воды содержат солей натрия выше допустимой нормы, их разбавляют речной водой в соотношении 1:1.

ГЛАВА IV. ОРОСИТЕЛЬНАЯ И КОЛЛЕКТОРНО-ДРЕНАЖНАЯ СЕТЬ

1. Составные части постоянной оросительной сети и сооружения на каналах

Применение искусственного орошения требует строительства оросительных систем для забора воды из источников орошения, подачи ее на поливные участки

и распределения между водопользователями. Оросительная система представляет собой постоянные оросительные каналы, временные оросители и коллекторно-дренажную сеть.

Оросительная система превращает природную воду из источника орошения в мощный фактор повышения плодородия почвы с целью получения высоких и устойчивых урожаев. Комплекс гидротехнических сооружений, предназначенных для орошения земли, состоит из следующих составных частей:

1) источники орошения, водозаборные и головные сооружения;

2) транспортирующие каналы для подвода воды от источников орошения к орошаемым землям;

3) межрайонные, межхозяйственные, внутрихозяйственные и участковые каналы, куда поступает вода из транспортирующих каналов;

4) отдельные поливные участки, куда вода подается из участковых распределителей.

Для равномерного распределения воды внутри участка по бороздам служит мелкая внутрихозяйственная оросительная сеть.

Коллекторно-дренажная сеть предназначена для отвода за пределы орошаемых участков избытков поливной воды, сбросных, ливневых и минерализованных вод, чтобы не допустить ухудшения мелиоративного состояния и засоления земель.

При обеспечении орошаемой территории поливной водой к источникам орошения предъявляются следующие требования.

Во-первых, оросительная система должна обеспечить водой всю орошаемую территорию в соответствии с принятым режимом орошения.

Во-вторых, поливная вода должна отвечать определенным условиям по качеству, по содержанию илистых частиц и количеству растворенных солей.

Забор и распределение воды из источников орошения регулируют инженерными гидротехническими сооружениями. Сооружения на каналах можно разделить на водовыпуски (для подачи воды в каналы), подпорные или перегораживающие сооружения (быстротоки и перепады), водопроводящие сооружения (акведуки, дюкеры, лотки и трубы), водомеры, служащие для измерения и учета воды.

Вода из рек, озер, водохранилищ поступает на поля по самотечным магистральным каналам или по напорным трубопроводам. Распределительные каналы обычно располагают по границам хозяйств и полям севооборотов, на возвышенных местах. Внутрихозяйственные каналы должны иметь определенные уклоны (0,0003 — 0,002), чтобы по ним лучше проходила вода. Самотечное орошение возможно только при условии, если источники орошения находятся выше орошаемой площади на 15—20 см. Пропускная способность участковых оросителей должна составлять 800—1200 л/с. Для равномерной подачи и распределения поливной воды пропускная способность постоянных каналов должна соответствовать подвешенной орошаемой площади. Для забора и регулирования уровней воды в каналах создаются специальные подпорные сооружения. Расходы воды в проводящих каналах устанавливают в соответствии с гидромодульным районированием орошаемой территории и удельными расходами воды на комплексный гектар посевов. Для поддержания оптимального режима влажности почвы удельный расход воды на комплексный гектар в старой зоне орошения 0,60 — 0,80 л/с, в новой зоне — 1,2 — 1,6 л/с. Такое увеличение можно объяснить повышенными расходами воды на фильтрацию в почвогрунты вследствие высокой водопроницаемости и наличия просадочных грунтов.

2. Пропускная способность, КПД каналов и борьба с потерями воды в них

В последние годы проводится переустройство оросительных систем Узбекистана. В 1965—1976 гг. количество точек водозабора из источников орошения сокращено с 1023 до 559, коэффициент полезного действия (КПД) оросительной сети возрос с 0,75 до 0,81. Протяженность внутрихозяйственной оросительной сети уменьшилась со 100 до 69 пог. м на 1 га, число бетонированных каналов возросло с 0,8 тыс. до 6 тыс. км. Протяженность коллекторно-дренажной сети увеличилась с 37 тыс. до 76 тыс. км, горизонтального дренажа с 9 до 17 пог. м на 1 га. Средняя площадь поливных участков к 1976 г. возросла с 3,2 до 6,5 га (Т. И. Дерлятка, 1979).

Однако во многих районах Средней Азии из-за большой протяженности оросительной сети и мелких поливных участков, а также из-за отсутствия инженерных водовыпусков и водооборота КПД оросительных систем снижается. На неинженерных оросительных системах велики потери воды, ухудшающие мелиоративное состояние земель. На неинженерных и полуинженерных оросительных системах КПД не превышает 0,5 (Э. Алиев, 1979). Удельная протяженность внутрихозяйственной сети в Узбекской ССР составляет 45, в Таджикской ССР—42,3, тогда как ее нормативные величины 30—40 м/га. Снижение КПД оросительных систем в Средней Азии происходит и по причине малого количества каналов с твердым покрытием — 8,3%, в то время как на Украине их 72,6%, а в Молдавии 96,7%. Ухудшение мелиоративного состояния земель в хлопковой зоне происходит также вследствие нехватки коллекторно-дренажной сети. По рекомендации Союзводпроекта (1977) нормативная протяженность коллекторно-дренажной сети принята 64 м/га, а фактически в районах хлопководства она не превышает 40 м/га.

Коэффициент использования воды (КИВ) и земли (КЗИ) повышается на инженерных оросительных системах с механизированными и автоматизированными

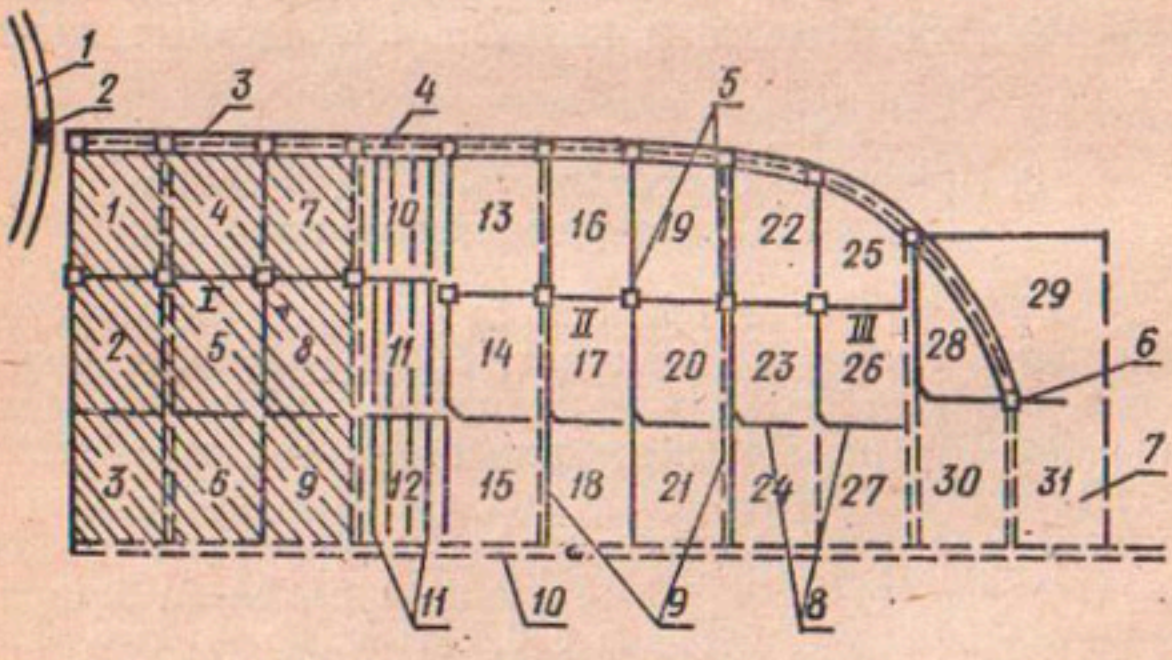


Рис. 4. Схема размещения каналов и сооружений в хозяйстве с инженерной сетью:

1— межхозяйственный распределитель; *2*— точка выдела воды; *3*— хозяйственный распределитель; *4*— водовыпуски-водомеры; *5*— водовыпуски; *6*— сбросной выпуск; *7*— поливные участки площадью 20—40 га; *8*— участковые каналы; *9*— дороги; *10*— коллектор; *11*— временные оросители; *I—III*— земельные массивы для организации водопользования.

способами распределения воды (рис. 4). В Голодной, Джизакской и Каршинской степях после переустройства оросительной сети КПД повысился до 0,81, улучшилась водообеспеченность, повысилась урожайность, снизились трудовые затраты на поливы по бороздам.

Пропускная способность постоянных оросителей устанавливается в соответствии с удельным расходом воды на комплексный орошаемый гектар. Оросительный гидромодуль в зависимости от почвенных условий, уровня грунтовых вод, степени их минерализации и засоления почв усредненно может колебаться от 0,60 до 1,6 л/с на гектар поливной площади (табл. 11).

Из приведенных данных видно, что размеры посевных площадей в бригадах с 130—180 га увеличиваются до 260 га в пятом гидромодульном районе, а поливные нормы соответственно сокращаются с 2060 до 1380 м³/га. Максимальные расходы — 200—214 л/с воды в оросителях и удельные расходы на поливной гектар в первом гидромодульном районе постепенно сокращаются, что определенным образом влияет на величину пропускной способности оросителей.

Проектируя внутрихозяйственные водоводы, их можно привести к единому стандартному расходу, приблизительно равному 200 л/с. Такая унификация позволит снизить затраты на проектирование, изготовление, установку и эксплуатацию.

Пропускная способность временных оросителей (окарыков) после их переустройства возросла до 200 л/с, повысилась производительность труда на поливах, а коэффициент использования воды увеличился с 0,45—0,60 до 0,65—0,90.

Укрупнение поливных карт до 15—20 га, проведение капитальной планировки дали возможность увеличить расстояние между временными оросителями и довести длину поливных борозд до 350—400 м. Большинство водовыпусков армированы бетонными и железобетонными задвижками, уменьшились бесполезные потери и повысился КПД поступающей воды. Уменьшение русловых потерь воды по всей территории Узбекистана позволило сократить затраты на строительство открытой коллекторно-дренажной сети.

Повышение водообеспеченности за счет увеличения КПД внутрихозяйственных и межхозяйственных систем возможно только при условии внедрения механи-

Таблица 11

Расчет максимально возможной подачи воды полеводческим бригадам (по *Н. Т. Лактаеву*, 1978 г.)

Районирование	Посевная площадь бригады, га	Поливная норма, м³/га	Максимальный расход воды, л/с	Межполивной период, сутки	Теоретический гидромодуль, л/с	Фактический гидромодуль, л/с
Ширина междурядий 60 см						
IА	130	1200	202	11	1,26	1,56
IБ	145	1120	181	13	0,94	1,17
IВ	160	1220	177	16	0,89	1,11
IГ	170	1440	177	20	0,84	1,04
IД	180	2060	214	25	0,95	1,19
IIIА	180	910	198	13	0,88	1,10
IIIБ	190	965	177	15	0,75	0,94
IIIВ	200	1200	184	19	0,74	0,92
IIIГ	210	1500	198	23	0,76	0,94
IIIД	220	1600	199	27	0,69	0,86
VА	220	920	196	15	0,71	0,89
VБ	230	1050	193	18	0,67	0,84
VВ	240	1200	190	22	0,63	0,79
VГ	200	1310	182	26	0,58	0,73
VД	260	1380	174	30	0,53	0,67
Ширина междурядий 90 см						
IVА	—	—	—	—	—	—
IVБ	210	930	174	16	0,67	0,83
IVВ	220	1200	194	20	0,69	0,87
IVГ	230	1370	190	24	0,66	0,83
IVД	240	1440	180	28	0,60	0,75

зации и автоматизации распределения воды на полях и сокращения ее потерь на фильтрацию. На межхозяйственных и внутрихозяйственных системах следует предусматривать плановое водопользование и форсированную подачу воды на поливы.

КПД внутрихозяйственной сети определяется состоянием оросительной системы от головного водозабора до суммарного испарения (эвапотранспирации) на полях, сюда входят потери при поливах по бороздам, потери между подачей воды хозяйству и использованием ее на полях и потери воды на фильтрацию во внутрихозяйственной сети. Фактический КПД в хозяйствах зависит от количества точек выдела и находится в пределах 0,66 — 0,83 (А. А. Рачинский, 1978). Сред-

нее значение КПД для большинства хозяйств равно 0,77, а минимальное—для колхоза им. Калинина Марыйской области — 0,48. По мере увеличения длины поливных борозд (300 — 400 м) КПД внутрихозяйственной сети возрастает.

Таким образом, КПД внутрихозяйственной оросительной сети определяется сокращением расхода воды на фильтрацию, режимом водораспределения и степенью сосредоточенности воды в хозяйстве, размерами поливных участков, орошаемых из одного водовыдела, удельной протяженностью оросительной сети и плановым ее распределением, глубиной залегания грунтовых вод, мутностью оросительной воды и степенью ее влияния на кольматацию, а также техническим состоянием оросительной сети и гидротехнических сооружений.

По данным Н. Т. Лактаева (1978), после переустройства внутрихозяйственной оросительной сети на староорошаемых землях и создания инженерных систем на новых землях КПД возрастает от усредненного 0,71 до 0,85 — 0,90. По областям Узбекской ССР этот показатель составляет: Ташкентская — 0,81, Кашкадарьинская — 0,86, Сурхандарьинская — 0,90, Сырдарьинская — 0,92; средневзвешенный КПД по областям УзССР равен 0,85. В новой зоне орошения Сурхандарьинской и Сырдарьинской областей на инженерных оросительных системах с бетонированными каналами и лотковой оросительной сетью КПД возрос до 0,88, в ближайшей перспективе он достигнет 0,96.

Дальнейшее повышение коэффициента полезного действия оросительных систем только на 1% позволит сэкономить более 400 млн. м³ воды и оросить без существенных затрат не менее 40—50 тыс. га новых целинных земель.

Потери воды в оросительной сети бывают относительные (процент потерь на 1 км длины канала) и абсолютные — на всей действующей длине канала в м³/с или л/с. Величина потерь определяется расходом воды в канале Q, степенью водопроницаемости почвогрунтов, в которых проходит канал, а также глубиной грунтовых вод, проходящих под каналом.

КПД канала определяется действующей длиной канала l в км, глубиной залегания воды под каналом и средней скоростью течения воды. КПД зависит также

от содержания илистых частиц в воде; обычно мутная вода фильтруется меньше, а светлая больше. КПД зависит и от давности работы канала: вновь построенные каналы в земляном русле фильтруют воды больше, а каналы, построенные давно, имеют уплотненное дно и малый коэффициент фильтрации.

Коэффициентом полезного действия канала называется отношение конечного расхода $Q_к$ или Q нетто к головному расходу воды в канале $Q_н$ или Q брутто. Коэффициент полезного действия (КПД) принято обозначать греческой буквой η (эта):

$$\eta = \frac{Q_{нетто}}{Q_{брутто}}$$

Коэффициент полезного действия оросительных систем в хозяйствах обычно определяют последовательно: сначала КПД временных оросителей, затем участкового и внутрихозяйственного оросителя, полученные данные умножают. Если имеется внутрихозяйственный отвод, то его расход необходимо умножить на КПД хозяйственного отвода.

Коэффициент полезного действия межхозяйственного распределительного канала равен произведению КПД оросительной системы хозяйства на КПД межхозяйственного распределителя:

$$\eta_{с.мхр} = \eta_{с.хоз} \cdot \eta_{мхр}.$$

КПД системы магистрального канала определяется по КПД оросительной системы хозяйства, КПД участка магистрального канала и КПД межхозяйственного распределителя:

$$\eta_{с.мк} = \eta_{схоз.} \eta_{мк.} \eta_{мхр}.$$

Коэффициент полезного действия оросительных систем зависит и от эксплуатации внутрихозяйственной ирригационной сети. В некоторых областях Узбекистана часть орошаемых площадей не имеет инженерных оросительных систем, а КПД существующих оросительных систем остается низким. Так, например, в старой зоне орошения в межхозяйственной сети КПД равен приблизительно 0,80, а во внутрихозяйственной — только 0,65. В Чирчик-Ахангаранской и Вахшской долинах КПД внутрихозяйственных оросительных систем

не превышает 0,65—0,70, а коэффициент использования воды (КИВ) составляет всего 0,28—0,36 (П. Аракелов и М. Абдусаматов, 1977). Столь низкий коэффициент использования воды в хозяйствах объясняется тем, что на неровных поливных участках влага впитывается в почву по длине поливных борозд неравномерно, средства механизации и автоматизации распределения воды в борозды отсутствуют.

Переустройство внутрихозяйственной оросительной сети позволит повысить коэффициент использования земли, так как только под каналами занято около 9% орошаемых площадей. Если же применить инженерные оросительные системы и закрытую оросительную и коллекторно-дренажную сеть, то земли под оросительными системами займут не более 3%.

Коэффициент использования воды в оросительных системах из-за несовершенной техники и способов полива все ещё низок (0,70 вместо 0,85—0,90 по норме). Чтобы повысить КПД, необходимо:

1) правильно использовать гидротехнические сооружения, содержать их в исправности;

2) следить за исправностью противофильтрационных покрытий;

3) поддерживать оптимальный режим орошения с учетом плана водопользования и получения высоких урожаев сельскохозяйственных культур.

Исправная коллекторно-дренажная сеть отводит избыток воды за пределы орошаемого участка, предупреждая заболачивание и засоление орошаемых земель.

С каждым годом растет потребление оросительной воды в нашей стране. По сведениям ЦСУ СССР, только за 1968—1977 гг. оно возросло на 21% и достигло в 1977 г. 165,7 млрд. м^3. Как уже отмечалось, из общего количества забранной из источников орошения воды около 25% теряется в межхозяйственной оросительной сети и около 30% в хозяйствах. Таким образом, около 50—55% оросительной воды теряется на фильтрацию, испарение и сброс. Значительные потери поливной воды вызывают вторичное засоление и заболачивание земель, мелиоративное состояние их значительно ухудшается. Поэтому одной из крупнейших задач орошаемого земледелия является снижение потерь воды в оросительных системах и повышение коэффи-

циента использования ее на полях колхозов и совхозов.

Особенно велики потери воды на испарение и фильтрацию в старых орошаемых районах Узбекистана. В целом по республике для борьбы с непроизводительными потерями воды ежегодно затрачиваются огромные силы и средства. Ежегодно приходится очищать каналы от наносов и зарастания. Если этого недостаточно, на дно и откосы каналов укладывают противофильтрационные одежды.

В практике ирригационного строительства различают капитальные меры борьбы с потерями воды в каналах и простейшие способы. К капитальным мероприятиям относятся: строительство лотковой оросительной сети, бетонирование и облицовка каналов плитами; покрытие стенок и дна каналов асфальтом, асфальтогрунтобетонным покрытием, синтетическими пленками, мощение стенок и дна каналов камнем и сложными растворами. В группу простейших способов борьбы с потерями воды входят: кольматирование каналов, битумизация, уплотнение грунта катками. Наиболее эффективны облицовка каналов бетоном и строительство лотковой оросительной сети. К 1978 г. в новой зоне орошения в Голодной степи проложено 4 тыс. км лотковой оросительной сети, 650 км каналов облицовано бетоном и построено около 300 км трубчатой оросительной сети. КПД оросительных каналов повысился до 0,85—0,90. Русло Аму-Каршинского машинного канала протяженностью 160 км с пропускной способностью 300 м³/с покрыли синтетическими пленками. В результате КПД канала возрос до 0,80.

Простейшие противофильтрационные мероприятия применяются в основном в старой зоне орошения. Это прежде всего кольматирование — засыпка и уплотнение стенок и дна каналов тяжелыми глинами или покрытие (смазывание) каналов растворами глины, закупоривающей капиллярные промежутки. Кольматаж с последующим уплотнением дна канала катком сокращает фильтрацию воды в 6—10 раз. Кольматирование иногда осуществляют, пропуская по каналу сильновзмученную воду. Мелкие илистые или глинистые частицы заполняют капиллярные промежутки и закупоривают поры грунтов.

Много воды теряется в каналах, русла которых за-

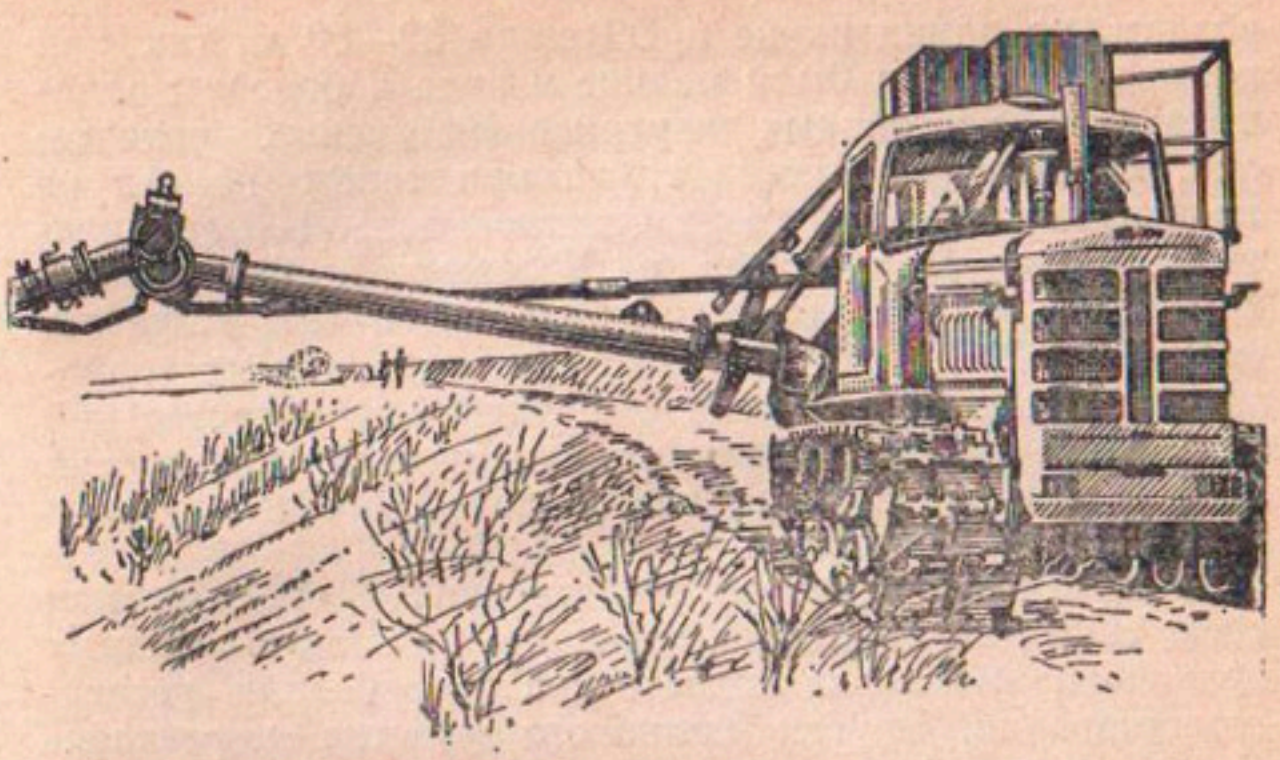


Рис. 5. Машина СВ-2,5 для внесения гербицидов и скашивания растительности в каналах.

росли травянистой растительностью. Сорняки на откосах каналов уничтожают гербицидами, скашивают машиной или вручную (рис. 5).

Земляное русло канала можно уплотнить электричеством. Электрохимическое уплотнение почвы связано с цементацией структуры суглинистых и супесчаных грунтов. На дне канала можно уплотнить слой грунта до 60 см, если воздействовать на него электрическим током в течение 8—10 ч. Срок действия уплотнения грунта электрическим способом 9—10 лет. Потери воды уменьшаются в семь-восемь раз.

3. Временная оросительная сеть неинженерная, полуинженерная и инженерная

В орошаемых районах Средней Азии наиболее распространен поверхностный полив по бороздам и напуском по полосам. Таким способом поливается более 88% площадей. До переустройства (1950 г.) внутрихозяйственной оросительной сети поверхностный способ полива осуществлялся методом затопления и по изогнутым бороздам джоякам. Устаревшие способы распределения воды требовали много ручного труда. Ленточные посевы хлопчатника, внедрявшиеся с 30-х годов, позволили перейти к поливу по проточным бо-

роздам, но длина их не превышала 30—50 м, так как поливные участки были мелкие и вода в борозды подавалась из постоянных внутрихозяйственных оросителей. Производительность труда при таком поливе не превышала 0,3 — 0,4 га за световой день. И хотя размеры поливных участков в Хорезмской, Ферганской, Бухарской и Самаркандской областях к 1977 г. увеличились с 0,20 до 5,8 га, в этих староорошаемых районах еще мало инженерных сооружений на оросительной сети, а это требует ее реконструкции для повышения коэффициентов использования воды, земли и предотвращения эрозии почв.

Постоянная внутрихозяйственная оросительная сеть, существовавшая до перехода на новую систему орошения, имела ряд недостатков и требовала усовершенствования. Внутри поливного участка нарезалась постоянная оросительная сеть, которая после уборки урожая сохранялась для поливов в будущем году. Это снижало коэффициенты использования земли и воды, КПД оросительных систем, повышало затраты на поливы. После переустройства и перехода на новую систему орошения представилась возможность провести капитальную и текущую планировку орошаемых земель, заменить внутрихозяйственную постоянную оросительную сеть на временную, которую после посева нарезали, а в конце вегетации заравнивали. В старой зоне орошения поливные участки укрупнились до 10—15 га, а в Голодной, Каршинской, Джизакской и Сурхан-Шерабадской степях — до 20—30 га. Длина оросителей возросла с 400 до 1200 м.

При переходе на новую систему орошения были выполнены огромные объемы планировочных работ и осуществлена пересадка деревьев шелковицы. В связи с этим значительно повысилась производительность труда поливальщиков и сменная выработка тракторов и сельскохозяйственных машин. Переход на новую систему орошения позволил увеличить орошаемую площадь на 5—10%. Пропускная способность временной оросительной сети возросла с 30—50 до 120—200 л/с. Расстояние между оросителями, т. е. длина поливных борозд, возросло до 300—400 м. Переустройство оросительной сети коснулось усовершенствования и коллекторно-дренажной сети. При этом повысился КПД оросительных систем, уменьшились бесполезные сбросы

воды в коллекторно-дренажную сеть. Большинство водовыпусков армировали бетонными и железобетонными конструкциями. Переход на новую систему орошения позволил уменьшить русловые потери воды по всей орошаемой территории Узбекистана и сократить затраты средств на строительство дренажных устройств.

По расчетам К. И. Белоцерковского (1979), переустройство и техническое совершенствование оросительных систем на староорошаемых землях позволило получить за 1971—1975 гг. дополнительно 81 тыс. т. хлопка. Кроме того, повысилась производительность труда в сельском хозяйстве. На каждом объекте переустройство оросительной сети должно осуществляться с улучшением мелиоративного состояния, повышением водообеспеченности земель, планировкой поливных участков и внутрихозяйственным землеустройством.

Т. И. Дерлятка (1979) считает, что переустройство оросительной сети в Узбекистане в первую очередь нужно сосредоточить в Бухарской, Хорезмской и Ферганской областях, так как удельный вес их орошаемой территории составляет соответственно 10, 12 и 14%. Полное переустройство внутрихозяйственного землепользования и водопользования потребует больших затрат — около 3—3,5 тыс. руб на 1 га, а общая стоимость работ по реконструкции оросительных систем только в Узбекистане достигнет 9 млрд. руб. (К. И. Лапкин, 1979).

В различных зонах орошения внутрихозяйственная оросительная сеть может быть открытой, закрытой и подвижной (передвижной). Открытую временную оросительную сеть в зависимости от спланированности участков и их уклонов нарезают поперечной или продольной (рис. 6). Поперечную временную оросительную сеть можно устраивать при самых различных уклонах. В этом ее преимущество перед продольной схемой. Поперечная схема внутрихозяйственной оросительной сети широко применяется в старой зоне орошения (Ферганская долина, Самаркандская и Бухарская области), где поливные участки мелкие, плохо спланированы и имеют многосторонние уклоны. Расстояние между временными оросителями в этих условиях колеблется от 60 до 80 м. Поперечная временная оросительная сеть чаще прокладывается изломанной линией по высотным точкам и занимает командные

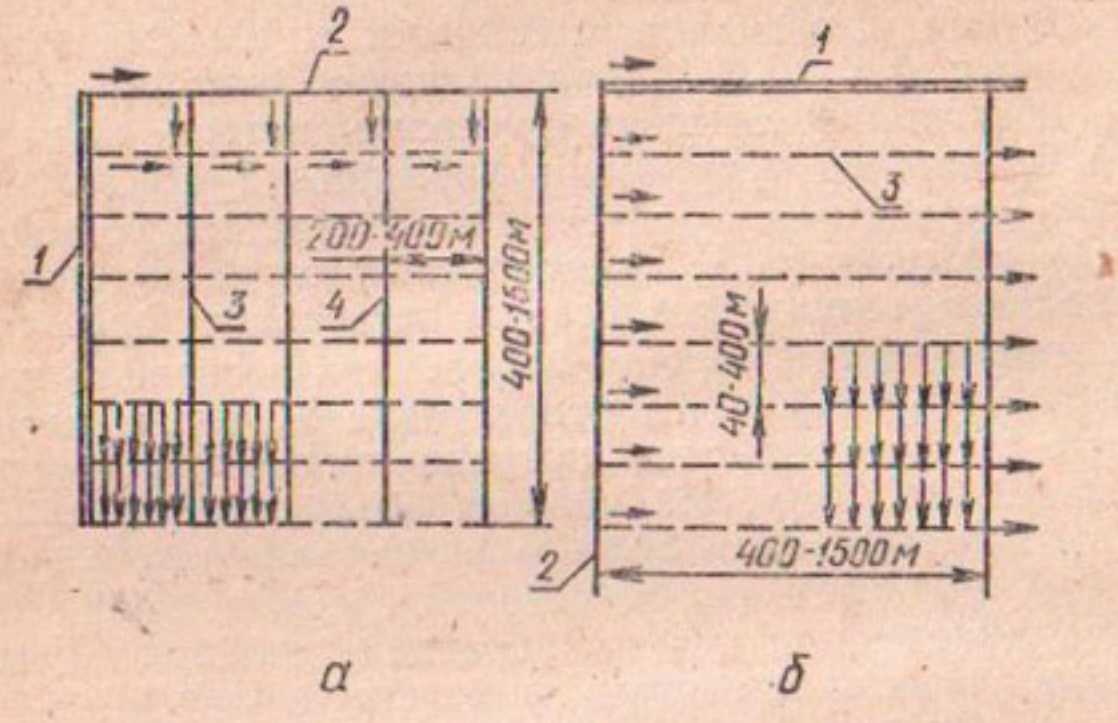


Рис. 6. Схема расположения временной оросительной сети:

а — продольная; *б* — поперечная; *1*— распределитель; *2*— участковый распределитель; *3*— временные оросители; *4*— выводные борозды

положения для подачи воды в любом направлении. Поперечная схема временной оросительной сети нарезается на участках с различными уклонами и независимо от их величины. Пропускная способность поперечных ок-арыков не превышает 80—120 л/с. Если при распределении воды применяются поливные машины, то пропускную способность доводят до 200 л/с, увеличивая параметры оросителя.

При расходе воды 100—150 л/с допустимая длина временных оросителей 400—500 м, а площадь поливных участков 10—15 га. На хорошо спланированных участках со средними уклонами до 0,004 длина поливных борозд может достигать 250—300 м. Чтобы механизировать подачу воды в борозды при такой длине, целесообразно применять трубочки-сифоны, напорные и самонапорные гибкие шланги и поливные машины ППА-165 и ППН-165.

В новой зоне орошения (Голодная, Каршинская и Сурхан-Шерабадская степи), где размеры поливных участков достигают 15—25 га, организованы высокомеханизированные хлопкосеющие хозяйства с инженерными оросительными системами. Поэтому здесь можно применять продольные схемы временной оросительной сети. Механизированное распределение воды

в борозды повышает производительность труда и коэффициенты использования воды и земли. Продольную схему нарезают на поливных участках с уклоном не более 0,004, по наибольшему уклону участка, в направлении поливных борозд или полос. Длину временных оросителей в зависимости от уклона, водопроницаемости и механического состава почвы принимают до 1500 м, а расстояние между ними от 160 до 400 м.

Вода из временных оросителей поступает в выводные борозды, которые нарезают перпендикулярно временным оросителям или под некоторым углом к ним. Из нарезанных выводных борозд вода подается в поливные борозды или полосы.

При больших уклонах поливных участков (0,03—0,04) чтобы не вызвать эрозию почв, расход воды во временных оросителях не должен превышать 60—80 л/с, хотя при таких расходах воды снижается производительность труда поливальщика и затрудняется применение дождевальных машин, имеющих расход более 120 л/с.

Скорость движения воды в оросителях определяется уклоном местности и ее расходами, она должна быть не более 0,5 и не менее 0,25 м/с. Большая скорость движения воды может привести к разрушению оросителей, а меньшая—к их заилению. Известно, что малоплодородные частицы почвы диаметром более 0,15—0,20 мм почти полностью откладываются в оросителях и их заиляют, а это требует дополнительных затрат на очистку. Мелкие же илистые или глинистые частицы диаметром 0,10 — 0,005 мм в оросительных каналах почти не оседают, а выносятся с поливной водой на поля и отлагаются там. Такие наносы могут содержать питательные элементы для растений. Они создают запасы плодородия и улучшают физические свойства почвы.

Почвенные частицы диаметром менее 0,005 мм, содержащиеся в поливной воде, ухудшают водопроницаемость, воздухообмен и микробиологические процессы в почве, что отрицательно сказывается на питательном режиме растений.

Конструкции оросительных систем. В орошаемых районах Узбекистана для более эффективного использования поливной воды и земли все шире применяется строительство инженерных оросительных систем. Неинженерные и полуинженерные оросительные системы в

старой зоне орошения находятся в плохом состоянии, имеют низкий коэффициент использования поливной воды и орошаемой земли, требуют высоких затрат труда при распределении воды в борозды.

Неинженерные оросительные системы нуждаются в коренном переустройстве внутрихозяйственной сети. Внутрихозяйственная неинженерная сеть оборудована армирующими водовыпусками не более чем на 50—55%, коллекторно-дренажная сеть не обеспечивает своевременного отвода сбросных и минерализованных вод и нуждается в реконструкции (М. Н. Багров, И. П. Кружилин, 1978).

На каждые 1000 га орошаемой площади приходится более чытырех-пяти водовыделов в хозяйстве, гидротехнических сооружений на оросительной сети — менее 30 шт., из них менее половины инженерного типа. Коэффициент полезного действия системы низкий— 0,35—0,50. Все неинженерные оросительные системы требуют значительных затрат на переустройство и оборудование гидротехническими сооружениями внутрихозяйственной оросительной сети.

К полуинженерным оросительным системам можно отнести такие, на которых уже проведено частичное переустройство, построены гидротехнические сооружения для забора и распределения воды. На 1000 га орошаемой площади упорядоченность системы достигает 65—80%. Количество водовыделов в хозяйстве сокращается до трех. Коэффициент полезного действия оросительной сети увеличивается до 0,66—0,75. На полуинженерных оросительных системах имеется до 50 гидротехнических сооружений, из которых до 75% инженерного типа. На таких системах удовлетворительно работает дренаж, слабоминерализованные грунтовые воды залегают на глубине 2—3 м, орошаемые почвы не требуют коренных мелиораций.

Инженерные оросительные системы в республиках Средней Азии сосредоточены в основном в новой зоне орошения, на целинных землях. Все орошаемые участки спланированы и укрупнены, забетонированные каналы и лотковая оросительная сеть находятся в хорошем состоянии. Поливы и обработка почвы проводятся по укрупненным участкам. На каждые 1000 га поливной земли приходится не более од-

ного-двух водовыделов, более половины гидротехнических сооружений инженерного типа. Для борьбы с засолением и заболачиванием земель построен закрытый горизонтальный или вертикальный дренаж, грунтовые воды поддерживаются на критической глубине и не вызывают засоления почв. Водообеспеченность хорошая, коэффициент полезного действия внутрихозяйственной сети высокий—0,85—0,95. Широко применяются средства механизации и автоматизации распределения поливной воды. Затраты ручного труда самые низкие, окупаемость поливной воды урожаем высокая.

Закрытые оросительные системы конструкции Шарова—Шейнкина в последние годы все шире применяются в орошаемых районах Узбекистана и Таджикистана. Экономические преимущества их в том, что они обеспечивают высокий коэффициент использования воды и земли. На закрытых оросительных системах внедрена механизация и автоматизация полива. Металлические или асбестоцементные трубы диаметром 350 — 400 мм прокладывают на глубине 40 —50 см внутри поливного участка. Для забора воды из закрытых систем на поверхность выводят стояки—гидранты, к которым, подключают гибкие трубопроводы — шланги, из которых вода подается в поливные борозды.

По своей конструкции оросительные системы могут быть напорные и самонапорные. На поливных участках с небольшими уклонами (0,003—0,004) целесообразно создавать напорные закрытые системы, а для подкачки воды применять насосные станции СНП-500 и другие конструкции. На поливных участках с большими уклонами (0,02—0,03), а такие уклоны имеются на большинстве поливных участков Таджикистана, Г. Ю. Шейнкин предложил создавать самонапорные закрытые оросительные системы, для которых не требуются специальные насосные установки. Производительность труда на поливах хлопчатника из закрытых оросительных систем возрастает в два-три раза, улучшается увлажнение почвы, что обеспечивает получение высоких урожаев.

В орошаемых районах республик Средней Азии применяются подвижные (передвижные) и комбинированные оросительные системы. Комбинированные оросительные системы пред-

ставлены закрытыми трубопроводами, питающими один или два поливных участка, от которых вода по закрытым системам подается внутрь. Все продольные оросители являются закрытыми, расположены они на расстоянии 250—400 м друг от друга, а для забора воды выведены гидранты. К гидрантам подсоединяют гибкие полиэтиленовые трубопроводы с регулирующими водовыпусками в борозды, и полив производится из переносной оросительной сети. Высокоэффективная схема закрытой и подвижной оросительной сети создана в совхозе им. Н. Мурадова Шерабадского района Сурхандарьинской области. При отсутствии гибких шлангов вода из гидрантов подается в открытые ок-арыки (временные оросители), выполненные в грунте, из которых она распределяется в поливные борозды или полосы. Закрытые и комбинированные оросительные системы применяются в основном в новой зоне орошения, где недостает поливальщиков. Внедрение таких систем позволяет повысить производительность труда на поливе в три-пять раз, затраты воды уменьшаются почти в два раза по сравнению с обычным поливом по бороздам.

Орошение хлопчатника из закрытых оросительных систем обеспечивает прибавку урожая до 10—18%, затраты воды на 1 ц продукции уменьшаются на 15%, коэффициент земельного использования повышается на 4—5%, производительность тракторов на междурядных обработках возрастает на 18—27% (Г. Ю. Шейнкин, 1970).

Машины для устройства временной оросительной сети. Перед поливом посевов сельскохозяйственных культур приступают к нарезке временной оросительной сети. Для нарезки временных оросителей и выводных борозд применяют навесные каналокопатели-заравниватели универсальные КЗУ-0,3, ПР-0,5, каналокопатель-бороздодел с заравнивателем КБН-0,35 (рис. 7). На участках с большими уклонами для уменьшения эрозии почвы нарезают террасированные борозды поперек орошаемого поля.

Двубортные выводные и вспомогательные борозды и временные оросители (ок-арыки) нарезают каналокопателями КЗУ-0,3Б, КЗУ-0,5, КПА-2000А, КОР-500А.

Двухотвальный универсальный каналокопатель-за-

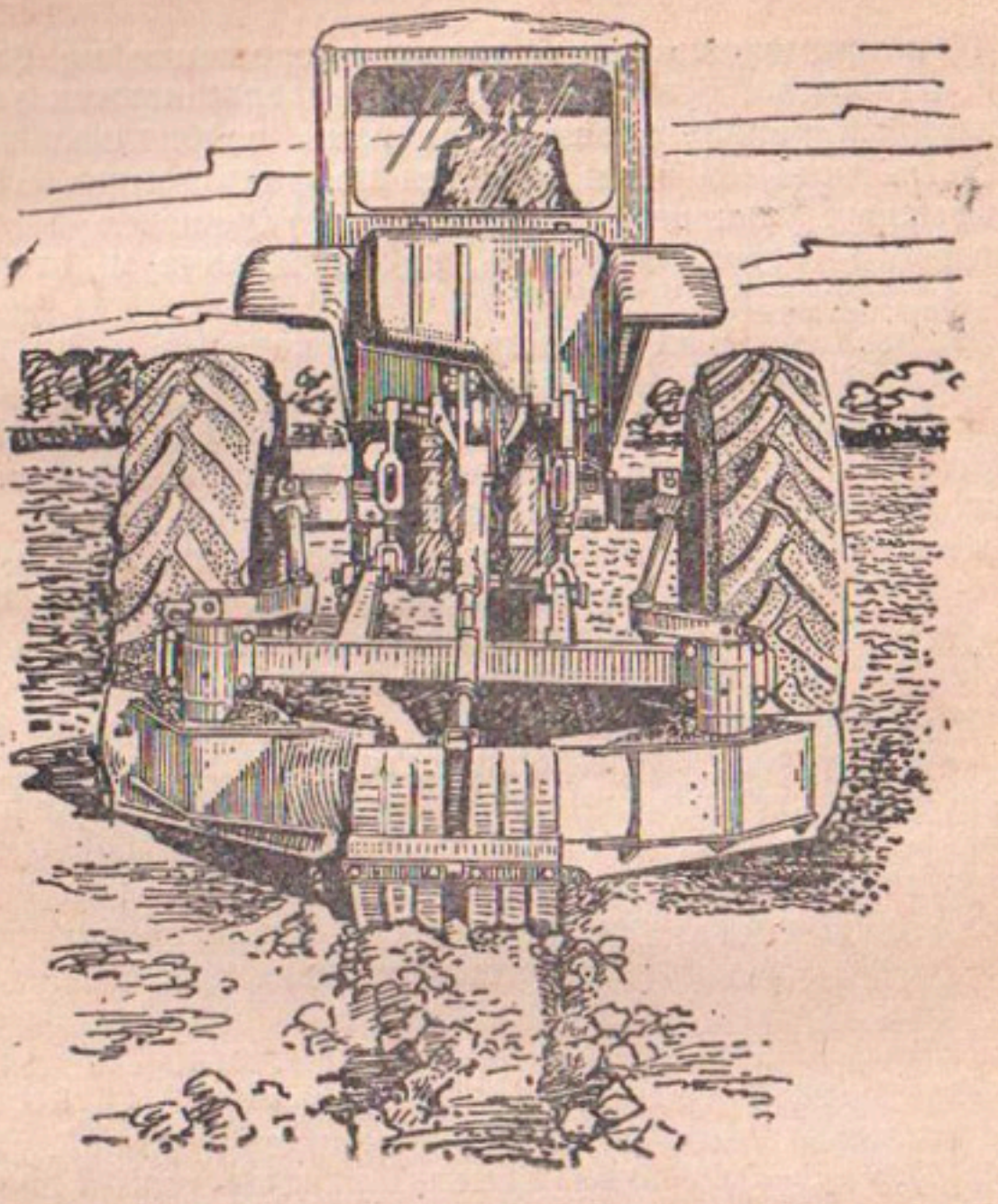


Рис. 7. Навесной каналокопатель-бороздодел с заравнивателем КБН-0,35.

равниватель КЗУ-О,ЗБ — навесное орудие к тракторам ДТ-54, ДТ-54А, ДТ-75, МТЗ-50 и МТЗ-80. За один проход нарезается временный ороситель шириной по дну 0,3 м, глубиной 0,25 м, высота насыпи 0,3 м. Производительность 0,8 — 1 км/ч. Нарезает временные выводные борозды и временные оросители на расход воды 40—60 л/с. Оросители на 100—200 л/с прокладывают каналокопателями КЗУ-0,5, КПА-2000А или КОР-500А.

4. Коллекторно-дренажная сеть

При применении искусственного орошения на больших площадях, особенно если не выдерживаются установленный режим орошения и план водопользования, часть забираемой воды теряется на фильтрацию. В бездренажных условиях это вызывает ухудшение мелиоративного состояния земель, заболачивание и вторичное их засоление.

Потери воды из магистральных каналов и внутрихозяйственной оросительной сети на фильтрацию, особенно на почвах, подверженных засолению, вызывают необходимость строительства коллекторно-дренажной сети. Коллекторно-дренажная сеть обеспечивает удаление из почвы избыточного количества воды, в результате улучшается воздушно-питательный режим, в почве усиливается микробиологическая деятельность, активно разлагается органическое вещество, образуется водопрочная структура.

При хорошей дренированности орошаемых земель корневая система растений проникает на большую глубину и охватывает тот необходимый объем почвы, из которого поглощается вода и элементы питания.

На орошаемых территориях, где отсутствует или недостаточно эффективно работает коллекторно-дренажная сеть, уровень грунтовых вод резко повышается, что отрицательно сказывается на урожайности. На засоленных почвах подъем минерализованных грунтовых вод вызывает дополнительное накопление солей, мелиоративное состояние земель ухудшается. Урожай хлопка-сырца по мере подъема минерализованных грунтовых вод уменьшается, а это отрицательно сказывается на получении чистого дохода (табл. 12—13).

Таким образом, на засоленных почвах коллекторно-дренажная сеть обязательна. Основные причины, вызывающие засоление и заболачивание земель, следующие:

а) наличие в хозяйствах неинженерных и полуинженерных оросительных систем с низким коэффициентом использования воды (0,40—0,50) и применение завышенных поливных и оросительных норм;

б) подача воды в оросительную сеть в невегетационный период, потери ее на сброс и фильтрацию в почвогрунты и подъем минерализованных грунтовых вод;

Таблица 12

Урожай хлопка-сырца в зависимости от уровня и минерализации грунтовых вод в лизиметрах (по *И. К. Киселевой*, 1973)

Глубина грунтовых вод, м	Минерализация, г/л		Высота растений на 1/VIII, см	Урожай, ц/га
	Cl	Плотный остаток		
1	0,472	2,61	90	36,1
1	0,915	4,27	79	26,3
2	0,297	1,70	58	45,7
2	0,295	2,48	65	45,3
2	0,820	4,10	63	43,1
3	0,277	1,69	66	42,9
3	0,578	3,07	66	45,3

Таблица 13

Урожай хлопка-сырца в совхозе «Социализм» Сырдарьинской области УзССР в зависимости от уровня и минерализации грунтовых вод (по *В. Т. Льву* и *Х. Шералиеву*, 1974—1975)

Глубина грунтовых вод, м	Минерализация грунтовых вод, г/л	Содержание солей в 1 м слое почвы, %		Высота растений, см	Урожай, ц/га	Чистый доход, руб/га
		Плотный остаток	Хлор-ион			
1,30-1,50	4,97	1,305	0,070	87,1	20,6	316
2,0-2,50	5,06	1,107	0,045	79,9	30,0	681
3,22-3,55	5,35	0,877	0,041	78,7	31,0	775

в) недостаточная протяженность коллекторно-дренажной сети для поддержания грунтовых вод ниже критической глубины.

Чтобы поддерживать орошаемые земли в хорошем мелиоративном состоянии, грунтовые воды необходимо удерживать на критической глубине, откуда они не могли бы по капиллярам подниматься в корнеобитаемую зону и вызывать заболачивание и вторичное засоление земель.

Критическая глубина грунтовых вод зависит от характера грунтов и механического состава почв. На лёссовых почвах, при минерализации грунтовых вод 5—7 г/л, их следует поддерживать на уровне 3—3,5 м, при минерализации 2,5—3 г/л—на уровне 1,7—2,2 м.

Повышенная минерализация грунтовых вод и залегание их в пределах 1,5—2 м может вызвать дополнительное накопление солей, для удаления которых потребуются промывные поливы.

На тяжелых глинистых и пылеватых лёссовых почвах опасность засоления возрастает, поэтому грунтовые воды должны находиться глубже — на уровне 2,5—3 м. На легких же песчаных и супесчаных почвах со слабым капиллярным подтоком они могут подниматься ближе к поверхности —до 1,8—2 м. Это создаст возможность сокращения числа поливов в период вегетации.

5. Учеты поливной воды

Одним из условий получения высоких урожаев сельскохозяйственных культур, возделываемых при орошении, является организация учета поступающей и сбрасываемой с полей воды. Контроль за водопользователями на магистральных, водораспределительных каналах и во внутрихозяйственной оросительной сети осуществляется специальными водоучитывающими устройствами и водомерами.

По подсчетам Р. М. Просина (1979), в новой зоне орошения Каршинской степи кубометр воды в 1977 г. стоил 0,83, а в 1978 г. 0,77 коп. Удельные затраты на 1 га орошаемой площади с учетом эксплуатации насосных станций выразились в сумме 186,2 руб. Чтобы снизить затраты на подачу воды, надо правильно распределять ее в соответствии с принятым режимом орошения по гидромодульным районам. На всех оросителях требуется осуществлять учет поступающей воды.

Водомерные сооружения на магистральных, водораспределительных каналах и внутрихозяйственных оросителях устанавливают в точках выдела, на хозяйственной сети, сбросных каналах и коллекторах. В головной части системы действуют главные гидрометрические посты, а на магистральных, межхозяйственных и хозяйственных каналах устанавливают местные посты учета воды. По их показателям осуществляется контроль за водораспределением по крупным земельным массивам.

На коллекторах определяют расходы воды, которую отводят за пределы оросительной системы. Учеты

воды на межхозяйственных каналах находятся под контролем службы эксплуатационной гидрометрии. Посты учета на хозяйственной сети обслуживают гидротехники колхозов и совхозов.

В магистральных оросительных каналах учет воды проводится на русловых гидрометрических постах. Несмотря на трудоемкость замеров, это пока наиболее надежный и единственный способ учета поступающей воды на больших каналах.

Учеты расходов на русловых гидрометрических постах выполняются многократными вертушечными замерами скоростей течения воды и промеров глубины в створе канала. По результатам замеров составляют графики зависимости глубины, скорости течения и расходов воды. Подсчеты проводят на прямолинейном участке канала длиной не менее пятикратной его ширины по урезу воды. Установив стабильный расход, начинают замеры глубины воды в створе по рейке с сантиметровыми делениями. Если ширина канала менее 5 м, скорости течения замеряют на трех-четырех вертикалях. В зависимости от глубины воды в канале на каждой вертикали определяют одну-три скорости на глубине 0,2; 0,6 и 0,8 м. Средняя скорость течения выводится по трем точкам вертикали. По отдельным элементам сечения составляют общие расходы по всему сечению канала. Крупные оросительные каналы часто имеют форму трапеции и при равномерном движении воды расходы в них определяют по формуле:

$$Q = \omega \cdot v,$$

где Q — расход воды, м³/с; ω — площадь живого сечения русла, м²; v — средняя скорость течения воды, м/с.

Площадь живого сечения трапециевидной формы вычисляют по формуле:

$$\omega = h(b + m \cdot h),$$

где ω — площадь сечения, м²; h — глубина наполнения канала, м; b — ширина канала по дну, м; m — заложение откоса канала.

Определив расходы воды по разным глубинам, на основании нескольких наблюдений выводят тарировочную кривую. Для постоянных замеров глубины устанавливают рейки, которые перед каждым наблюде-

нием остаются неизменными по своему положению в русле канала. Скорость течения воды в точках вертикали измеряют гидрометрическими вертушками Жестовского и Бурцева.

Для учета воды на вододелительных сооружениях используют регуляторы-водовыпуски. Расход воды, пропускаемой через сооружения, можно рассчитать по общей формуле:

$$Q = \mu \cdot \omega \sqrt{2gz},$$

где Q — расход воды, м³/с; μ — коэффициент расхода; ω — площадь отверстия сооружения, через которое протекает поток, м²; g — ускорение свободного падения (9,81 м/с²); z — действующий напор, м.

Наиболее приемлемыми конструкциями водомерных сооружений и автоматических систем являются насадки (МВС), трубчатые водомеры, регуляторы с кольцом конструкции М. В. Бутырина. На практике в качестве водомера часто используют открытый лоток с сужающейся входной и расходящейся выходной частью (рис. 8.).

Расходы при свободном истечении воды, проходящей через лоток, находят по формуле:

$$Q = 0{,}36b\,(3{,}28h),$$

где Q — расход воды, л/с; b — ширина горловины лотка, м; h — глубина воды в колодце-успокоителе, м.

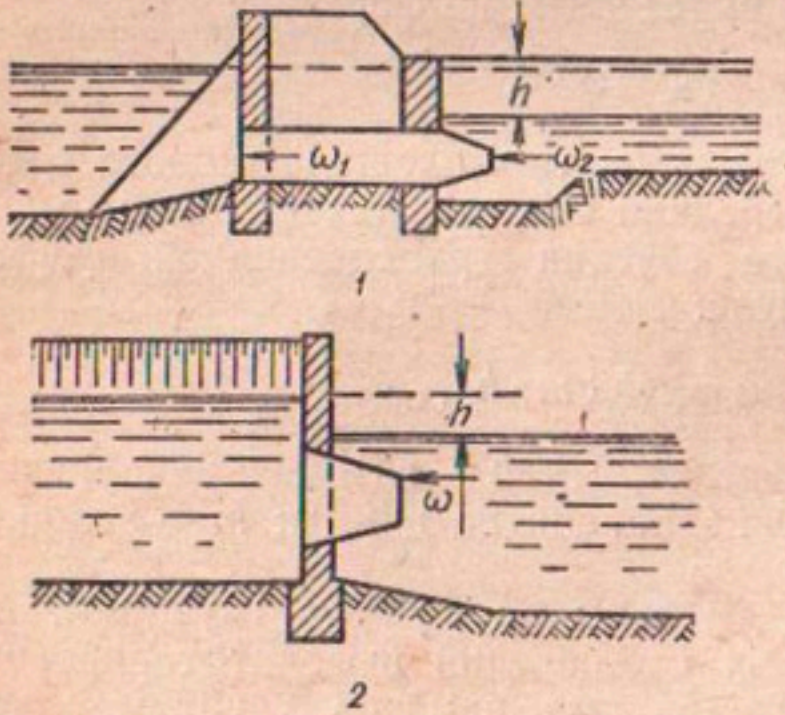


Рис. 8. Водоучитывающие устройства:
1 — схема водомера М. В. Бутырина; *2* — схема водомера-насадки.

Расход воды, проходящей через открытый лоток, определяют по специальным таблицам.

Постоянная и временная оросительная сеть выполняет функции подачи воды от источника орошения до орошаемого поля. Поэтому учеты воды, поступающей во временную оросительную сеть, приобретают особую важность, так как обеспечивают выполнение графиков полива всех севооборотных культур и повышение коэффициентов использования воды (КИВ).

На временной оросительной сети в качестве водоучитывающих устройств применяют переносные водоизмерительные сооружения и прежде всего сифонный переносный водовыпуск. Он одновременно служит и водовыпуском и водомером. Расходы воды, проходящей через сифон, определяют по формуле:

$$Q = \mu \cdot \omega \sqrt{28z},$$

где μ — коэффициент расхода (для металлических сифонов — 0,8, для пластмассовых — 0,85); ω — площадь сечения трубы, м^2; z — разность отсчетов по рейкам, установленным перед входом воды в сифон и вблизи от выхода воды, м.

Подача воды из участкового во временный ороситель осуществляется сифонами диаметром 200—250 мм. В зависимости от уровня расположения пропускная способность их может быть от 30 до 130 л/с. Зарядка сифонов осуществляется вакуумными насосами.

Учеты расходов поливной воды в участковых и временных оросителях можно вести и методом поплавка, основанного на зависимости между средней скоростью потока и его поперечным сечением, по формуле:

$$Q = \omega \cdot v_{ср},$$

где Q — расходы воды в оросителе, м^3/с; ω — площадь живого сечения потока, м^2; $v_{ср}$ — средняя скорость потока, м/с.

Среднюю скорость живого сечения потока можно найти по зависимости:

$$v_{ср} = K \cdot v_{пов},$$

где $v_{ср}$ — средняя скорость живого сечения потока, м/с; K — поправочный коэффициент, равный 0,55; $v_{пов}$ -скорость поверхностная, определяемая с помощью поплавка.

Чтобы получить более точную величину, скорость течения воды ($\frac{Z}{V}$ м/с) замеряют несколько раз.

Поперечное сечение оросителя находят, замеряя ширину свободной поверхности воды и измеряя глубину через определенные расстояния от уреза до уреза воды.

Пример. Ширина зеркала воды оросителя 1,6 м, глубина через каждые 0,2 м: h=0—0,45—0,85—1,1—1,2—0,94—0,54—0 м. Складываем площади элементарных трапеций и двух треугольников (для крайних замеров) и находим площадь живого сечения потока:

$$\omega=\frac{h_c+2+2h_2+2h_3+2h_4}{2}=0{,}2 \text{ м}^2.$$

Зная среднюю скорость прохождения воды в оросителе и площадь живого сечения, можно рассчитать расходы воды по формуле:

$$Q=\omega \cdot v_{ср}.$$

Расходы воды, поступающей на отдельные поливные участки, учитывают водомерными устройствами с трапециевидными и угловыми водосливами и коническими насадками (рис. 9—11). Насадки устанавливают в любом месте временного оросителя или выводной борозды. Водосливы используются для учетов воды в оросителях с расходами 0,01 — 0,5 м³/с. Для водосливов, устанавливаемых на участковых оросителях с порогами 125 см, допустимые расходы воды около 500 л/с (0,5 м³/с).

Водослив Чипполетти выполнен в форме трапеции с наклоном боковых сторон 1 : 0,25 и имеет пороги 0,25; 0,50; 0,75; 1,0 и 1,25 м. Устанавливая водослив, следят за тем, чтобы слой воды, переливающейся через порог, был не более 1/2 и не менее 1/10 ширины порога. Порог должен располагаться горизонтально и выше дна канала не менее чем на двойную толщину переливающегося слоя воды. С нижней стороны водослива под переливающейся струей имеется свободное от воды пространство. Водослив устанавливают вертикально и под прямым углом к течению воды в канале. Скорость течения воды перед водосливом в успокоителе близка к нулю.

Расходы воды через водослив Чипполетти определяют по формуле:

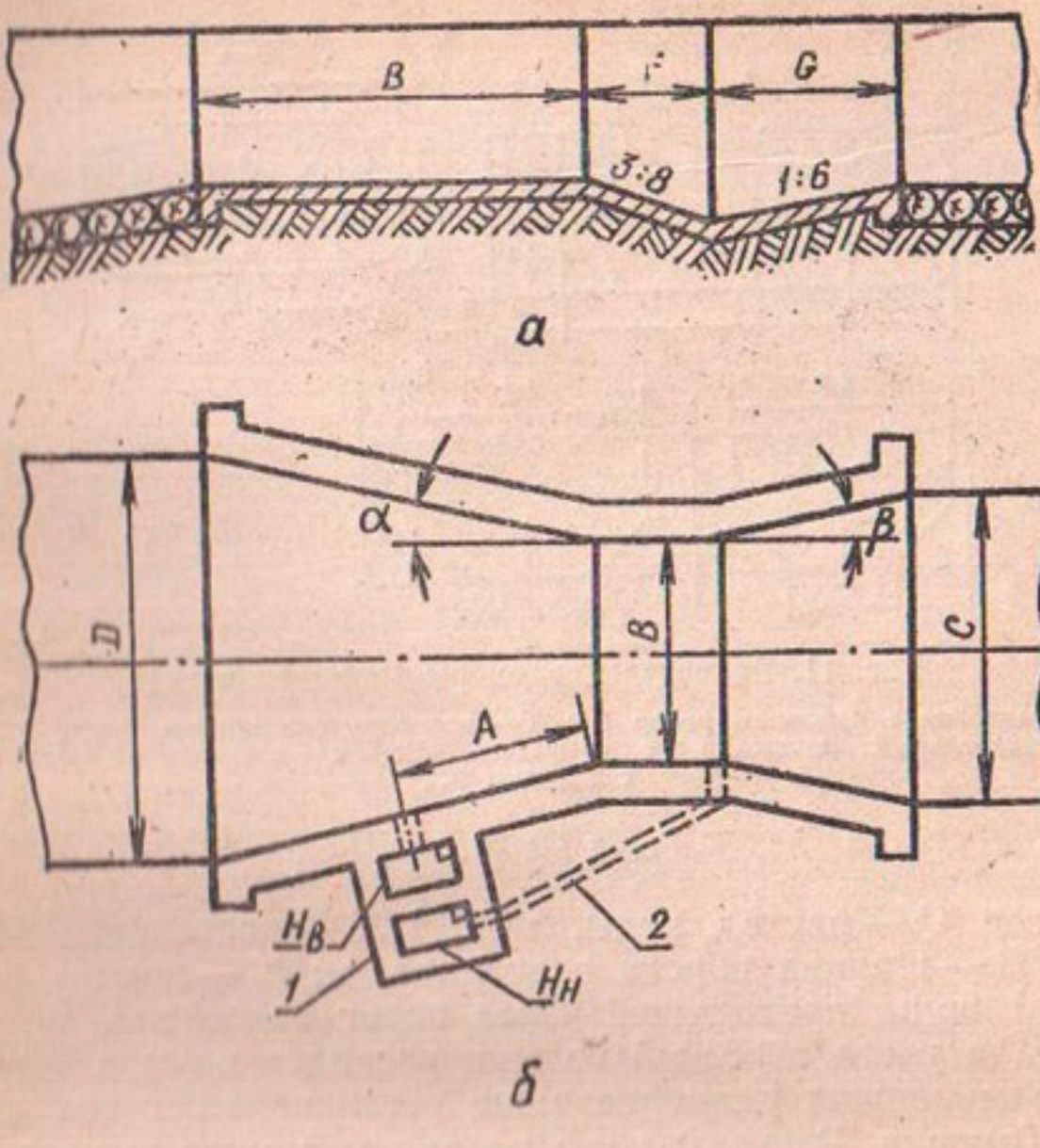


Рис 9. Водомерный лоток:

а — разрез по оси; *б* — план; *1*— колодец; *2*— трубка.

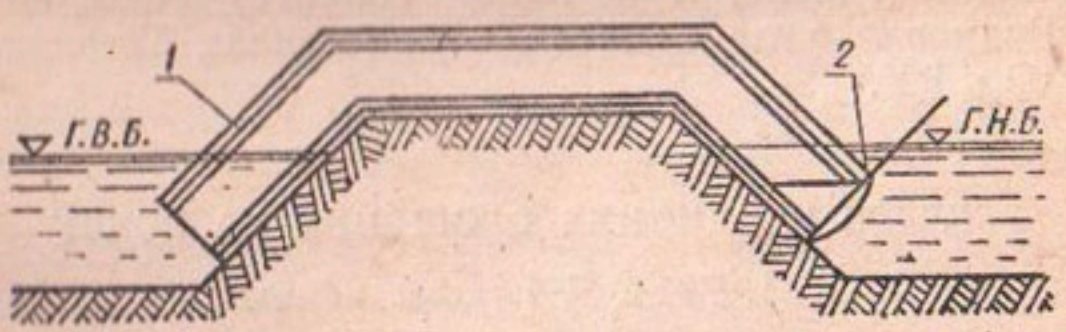


Рис. 10. Водовыпуск-сифон:

1— шкала на образующей сифона; *2*— затвор водовыпуска.

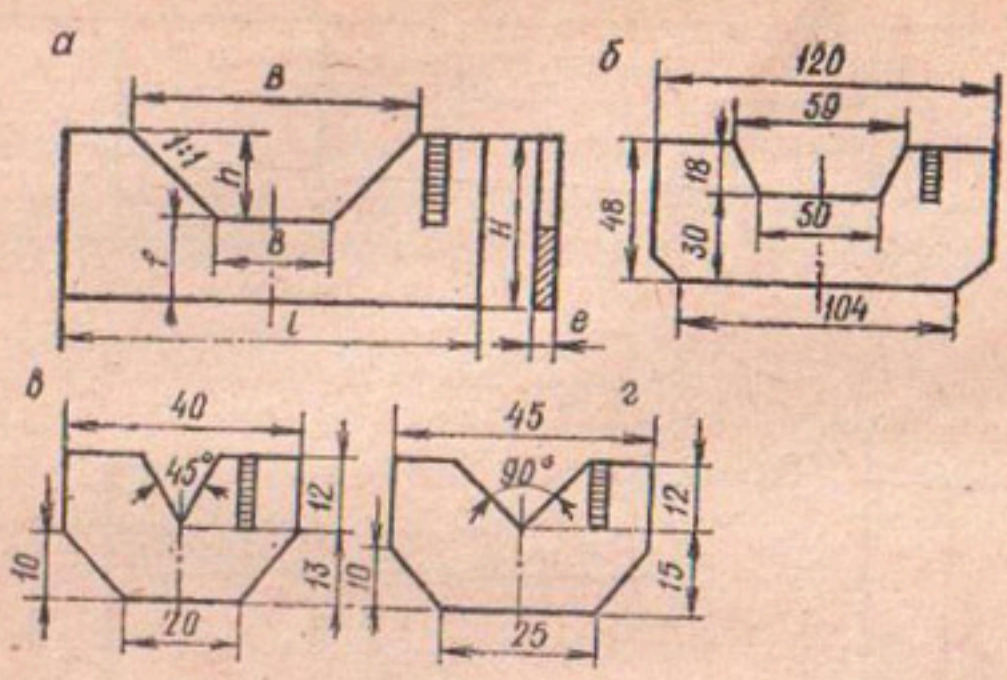


Рис. 11. Водосливы-водомеры (размеры в см):

а — водослив с наклоном ребер 1:1; *б* — водослив с наклоном ребер 0,25:1; *в* — треугольный водослив с вырезом 45°; *г* — треугольный водослив с вырезом 90°.

$$Q=1{,}86\cdot B\cdot h\sqrt{h^1},$$

где Q — расход воды, м³/с; 1,86 — постоянное число; B — ширина порога водослива, м; h — напор (высота) воды, проходящей через порог водослива, м.

Для учета сбросной воды и расходов воды в бороздах небольших размеров чаще устанавливают водосливы Томсона. Расходы воды через них можно вычислить по формуле:

$$Q=1{,}4h^2\sqrt{h^1},$$

где Q — расходы воды через водослив, м³/с; 1,4 — постоянное число; h — напор (высота) воды, м.

Величина угла наклона в водосливах Томсона 30, 45, 60 и 90°.

ГЛАВА V. ВЛИЯНИЕ ОРОШЕНИЯ НА ПОЧВУ

1. Водный режим почвы

Почва — поверхностный слой земной коры, способный производить урожай растений. Характерным свойством почвы является плодородие—наличие элементов питания, воды и других условий, необходимых для роста и развития растений.

Вода в почве может находиться в парообразном, жидком и твердом (лед) состояниях. Парообразная влага передвигается из слоев почвы с более высокой упругостью водяного пара в слои с меньшей упругостью. Наиболее важное значение для биохимических процессов и повышения плодородия почвы имеет вода в жидком состоянии. Подвижность и доступность такой воды для растений зависит от ее связи с твердыми частицами почвы, строения пор и заполненности их водой. По характеру связи с твердой фазой почвы вода может быть связанной сорбционными силами и свободной, находящейся в почвенных порах вне влияния сорбционных сил. Вода может быть гравитационной—передвигающейся под силой тяжести и капиллярной—передвигающейся под действием капиллярных сил.

Количество воды, которое может вместить почва при полном заполнении всех пор, называют *полной влагоемкостью* (ПВ) или *водовместимостью почвы.* Слои почвы, находящиеся над грунтовыми водами, полностью насыщены подпертой влагой. Капиллярная влагоемкость почвы—величина непостоянная, она зависит от высоты слоя почвы над уровнем грунтовых вод. Величину, количественно характеризующую легко передвигающуюся и доступную для растений влагу, называют *полевой (наименьшей) влагоемкостью* (НВ).

Вода в зоне капилляров обычно рыхлосвязанная, может передвигаться на незначительные расстояния, удерживается в почве силой не более 1/3 атм и легко доступна для растений. Влага сверх полевой влагоемкости постепенно стекает под действием силы тяжести вниз, в зону капиллярной каймы, а затем в грунтовые воды. Влага в капиллярах находится в подвешенном состоянии и может так удерживаться длительное время. Наименьшая влагоемкость имеет очень важное агрономическое значение, так как определяет полезные для растений запасы воды в почве. По мере расходования влаги растениями запасы ее сокращаются до появления признаков завядания в дневное, а потом и в ночное время. Такую степень увлажнения называют *почвенной влажностью устойчивого завядания растений,* или *влажностью завядания* (ВЗ). Всю почвенную влагу сверх влажности завядания называют *продуктивной влагой.* Содержание ее зависит от водно-физических свойств и содержания гумуса в почве.

Эффективное плодородие в засушливых районах Средней Азии в большой мере определяется наличием доступной влаги в почве и искусственным орошением, которое обеспечивает образование доступных элементов питания и транспортировку их в растения. Следовательно, повышение плодородия должно быть основано на правильном сочетании содержания в почве доступной воды и питательных веществ.

В почве, как пористом теле, содержится много воды, но не все ее формы доступны для растений. Например, химически связанная, кристаллизационная и гигроскопическая (прочносвязанная) влага растениями не усваивается, потому что она удерживается почвенными частицами с огромной силой, превышающей сосущую силу корневой системы. Рыхлосвязанная вода в почве также мало доступна для растений, хотя она и не так прочно удерживается; эта форма воды с трудом подтекает к всасывающим корневым клеткам.

При наличии в почве перечисленных форм влаги растения испытывают ее недостаток и начинают завядать. Появление признаков устойчивого завядания проявляется при таком запасе влаги, когда растения уже погибают, т. е. даже перенесение их в среду достаточного увлажнения не вызывает возобновления жизненных процессов. Это и называется *коэффициентом завядания* (КЗ). Завядание проявляется по-разному у различных видов и сортов сельскохозяйственных растений.

Если у льна коэффициент завядания на черноземах 18%, то у пшеницы 15%. Степень завядания изменяется и с возрастом растений. Например, у пшеницы, выращенной на черноземах, в начале выхода в трубку завядание наступало при 19,3%, а в цветение — при 15% влажности от массы почвы.

Коэффициент завядания в 1,3 — 1,5 раза больше максимальной гигроскопичности почв. На песчаных почвах растения завядают при 2—3% влажности, на супесях — при 4—6%, на лёссовидных суглинках—при 7—9%, а на глинистых почвах—при 12—15%. Если влажность почвы выше коэффициента завядания, то растения не погибают, но рост их замедляется. Завядание растений может происходить как при минимуме влаги в почве, так и при влажности 60—65% *предельной полевой влагоемкости* (ППВ), потому что такие запасы близки по своей величине к влажности разрыва капиллярной связи. Для лёс-

совых почв эта величина равна 11—13%. При таких запасах передвижение воды к корням прекращается.

Каждой почвенной разности свойствен свой диапазон усвояемой активной влаги. При глубоком залегании грунтовых вод он равен на песчаных почвах 2—3%, на средних суглинках 10—12%, а на глинистых гумусированных почвах 20—22%. Важную роль в водном питании растений играет скорость передвижения воды в почве и поступления ее в растения (С. Н. Рыжов, 1948).

В почве непрерывно происходят сложные биологические процессы, связанные с деятельностью микроорганизмов, которым для жизни необходима доступная влага. Активность микробиологической деятельности определяется наличием в почве воды, воздуха, органических и неорганических веществ.

Микроорганизмы, живущие в почве, можно отнести к двум основным группам: аэробным и анаэробным. Аэробы способны жить и развиваться только при свободном доступе кислорода воздуха и ограниченных запасах влаги. Они разлагают органическое вещество до конечных продуктов. Анаэробы могут жить в отсутствие кислорода воздуха, что чаще всего наблюдается на тяжелых переувлажненных почвах.

Для создания оптимальных условий микробиологической деятельности в почве необходимо сочетание аэробных и анаэробных процессов, которые наиболее благоприятно протекают при поддержании в почве предполивной влажности на уровне 70—75% ППВ и проведении своевременных обработок почвы.

На ход микробиологической деятельности большое влияние оказывают также плотность (объемная масса), влагоемкость, водопроницаемость, водоподъемная и испаряющая способности почвы. Известно, что вода в почве содержит в растворенном состоянии органические и минеральные вещества и газы. Такая вода называется *почвенным раствором*. Передвигаясь между частицами почвы, почвенный раствор служит для растений источником питательных веществ и воды.

Таким образом, почвенная вода не является чистой, а представляет собой раствор солей. Поэтому поглощение ее определяется силой напряжения, с которой удерживает ее почва. Вследствие этого вода, по аналогии с клеточным соком в растении, обладает определенным осмотическим давлением, зависящим от количества раст-

воренных ионов. Осмотическое давление почвенного раствора может составлять в плодородных незасоленных землях 1—2 атм. При увеличении же содержания растворенных солей давление почвенного раствора сильно возрастает. Чтобы извлечь воду из засоленной почвы, содержащей 0,1—0,4% солей, максимальное напряжение должно быть соответственно 1,23 и 7 атм.

Концентрацию почвенного раствора вычисляют по формуле:

$$K = \frac{S \cdot 1000}{M},$$

где K — расчетная концентрация раствора, г/л; S — содержание солей, % от абсолютно сухой массы; M — содержание влаги, % от абсолютно сухой массы; 1000 —коэффициент перевода в граммы.

Регулируя доступное количество воды в почве, постоянно учитывают величину осмотического давления почвенного раствора, определяющуюся содержанием растворенных в нем солей.

На незасоленных землях очередные поливы должны проводиться, когда осмотическое давление почвенного раствора приблизится к 1 атм, а на засоленных землях оно может повыситься до 2 атм. На доступность влаги растениям большое влияние оказывает механический состав почвы и по мере ее утяжеления запасы воды возрастают.

Доступность воды растениям в большой степени зависит от полевой влагоемкости почвы, под которой понимают максимальное количество воды, которое почва способна удержать во взвешенном состоянии. Снижение запасов влаги в почве до устойчивого завядания представляет собой тот предел, до которого содержание влаги в почве может быть снижено под действием растений. Таким образом, количество воды, находящееся между максимальными и минимальными запасами (разность) считается ее дефицитом, т. е. недостающим количеством для данной почвенной разности и возделываемых культур. Следует особо подчеркнуть, что доступные запасы влаги в почве зависят от показателей объемной массы, полевой влагоемкости, водопроницаемости, водоподъемной и испаряющей способности почвы.

Изучение водного режима почв и поддержание его на оптимальном для развития растений уровне позво-

ляет правильно использовать запасы воды в почве. Растения в период вегетации потребляют неодинаковое количество воды, а поэтому для каждой фазы развития устанавливают определенный водный и питательный режим с учетом почвенных условий. Нарушение этой взаимосвязи часто приводит к задержке роста, развития и перехода растений в очередную фазу. Особенно чувствительны растения к нарушению водного режима в фазе цветения и плодообразования, так как в этот период закладывается основа урожая. Влагоемкость почв зависит во многом и от уровня залегания грунтовых вод (табл. 14).

Таблица 14

Полевая влагоемкость серозема при различной глубине грунтовых вод (по *Н. Ф. Беспалову*)

Почвенный слой, см	Глубина грунтовых вод, м			
	1,6	2,0	2,5	3,0
0-50	23,12	22,74	21,90	21,15
0-70	24,95	24,37	23,03	21,65
0-100	26,56	26,04	24,50	22,35
0-150	27,96	27,06	26,20	23,17

При глубоком залегании грунтовых вод влагоемкость ниже, она заметно возрастает при более близком их стоянии. Такие изменения влагоемкости почвы объясняются подпором грунтовых вод и требуют установления дифференцированных поливных и оросительных норм, в зависимости от их уровня.

Максимальные запасы воды в почве определяются способностью ее удерживать влагу во взвешенном состоянии. От изменения влагоемкости почв зависит и величина поливных норм. Для песчаных почв при частых поливах они приблизительно равны 600—700 м³/га и возрастают с утяжелением почвы до 1000—1200 м³/га.

Полевая влагоемкость в глинистой почве равна 25% к ее массе, а запасы влаги в метровом слое будут около 3500 м³/га. Если нижний предел оптимальной влажности для растений принять за 17%, или 70% ППВ, то это будет соответствовать запасам влаги в том же расчетном слое 2380 м³/га, а легкодоступной воды в почве будет 1120 м³/га (3500—2380=1120). Для глинистых почв влажность завядания составляет около 8% к массе поч-

вы, что соответствует запасу влаги 1120 м³/га, тогда малодоступной воды в метровом слое будет 1260 м³/га (2380—1120=1260 м³/га).

Зависимость поливных норм от механического состава почв показана в табл. 15.

Таблица 15

Поливные нормы в зависимости от механического состава почв (*В. Т. Лев*, 1970—1976)

Почва	Полевая влагоемкость в метровом слое, % к объему	Влажность почвы перед поливом, % ППВ	Запасы влаги перед поливом, м³/га	Поливная норма, м³/га
Легкие	22,4	70	1570	770
Средние	28,4	70	1990	950
Тяжелые	37,9	75	2610	1140

Как уже отмечалось, почва — это пористое тело, вода в котором может находиться в нескольких состояниях. После завершения очередного полива почва почти полностью насыщена водой, в таком состоянии все капиллярные и некапиллярные промежутки заполнены водой и это соответствует *полной влагоемкости* (ПВ).

Полная влагоемкость — это наибольшее количество воды, которое может вместить и удержать почва. Величина эта выражается в процентах к абсолютно сухой массе в м³/га или миллиметрах водного столба. Полное насыщение почвы водой — явление непродолжительное и бывает только после завершения полива. Вода в это время в почве передвигается сверху вниз под действием силы тяжести и считается свободной гравитационной влагой.

Гравитационная влага хорошо поглощается растениями, способствует газообмену в почве, оказывает большое влияние на пополнение грунтовых вод, но может ухудшать мелиоративное состояние орошаемых земель.

Гравитационная влага стекает в почвогрунты, частично расходуется растениями на испарение. После стекания гравитационной влаги насыщенность почвы влагой снижается, вода остается только в капиллярных промежутках. Такое количество воды в почве называют *предельной полевой влагоемкостью* (ППВ).

На почвах с глубокими грунтовыми водами влага в капиллярных промежутках не может передвигаться под действием силы тяжести, и показатели ее невелики. На почвах с близкими от поверхности грунтовыми водами, вследствие их подпора, показатели предельной полевой влагоемкости могут быть завышены, и это необходимо учитывать при расчетах поливных норм.

Показатели полной и предельной полевой влагоемкости имеют наибольшее значение для условий регулярного орошения, так как только эта часть почвенной влаги используется растениями. Полная влагоемкость показывает, какое количество воды почва может удержать в момент завершения полива, а предельная полевая влагоемкость—в послеполивной период. Часть воды расходуется растениями на транспирацию, часть ее испаряется с поверхности почвы, поэтому запасы влаги в почве сокращаются до наступления точки устойчивого завядания. В момент устойчивого завядания вода для растений малодоступна, она прочно удерживается почвой.

Другие формы влаги (связанная, молекулярная и парообразная) практически растениями не используются и не участвуют в пополнении недостающих ее запасов в почве и транспортировке элементов питания в растения. Большое влияние на доступность воды растениям оказывают водно-физические свойства почвы. Высота подъема и скорость передвижения воды в почве определяются гранулометрическим (механическим) составом элементарных почвенных частиц и водно-физическими свойствами почвы. По данным Н. К. Балябо (1954), общее количество воды, поступающей в почву, зависит от почвенных разностей. На песчано-суглинистых почвах за один час просачивается 270 м³/га воды, на пылевато-суглинистых 75 и на тяжелосуглинистых — 40 м³. Поливная норма 1000 м³/га по перечисленным разностям может впитываться соответственно за 5, 12 и 15 ч. Подток же, или водоподъемная способность почвы, за вегетацию составляет от 2000 м³/га на легких и до 4000—8000 м³/га на тяжелосуглинистых почвах.

Скорость передвижения воды определяется механическим составом и насыщенностью почвы влагой. В почвах, насыщенных влагой, наблюдается большая скорость передвижения воды сверху вниз, и происходит это передвижение в основном под действием силы тяжести

по крупным и мелким порам и промежуткам. Уменьшение скорости впитывания и передвижения воды в ненасыщенной почве особенно четко прослеживается во время первого вегетационного полива. Наибольшее впитывание воды в почву наблюдается в начале полива, к концу полива скорость впитывания постепенно уменьшается. При расчете расхода воды в борозду необходимо учитывать скорость ее передвижения и впитываемость в почву по длине борозды.

2. Микроклимат орошаемого поля

Орошение — главный фактор, определяющий элементы микроклимата, процессы влагообмена и теплообмена, совершающиеся в приземном слое воздуха и верхних слоях почвы. Различия в микроклимате орошаемого поля определяются неодинаковым увлажнением, нагреванием и освещением почвы и воздуха. Под *микроклиматом орошаемого поля* принято понимать различия во влажности почвы и воздуха, температуры почвы и приземного слоя воздуха. Они в основном и определяют темпы роста и развития растений и накопление урожая.

В самых нижних надпочвенных слоях воздуха элементы микроклимата выражены наиболее ярко и определяются рельефом поля и растительным покровом.

Поддержание оптимальных условий для роста и развития растений в период вегетации складывается из многих элементов микроклимата, которыми в условиях орошаемого земледелия вполне можно управлять.

Искусственное орошение — фактор, определяющие процессы теплообмена, проходящие в приземном слое воздуха и в поверхностном слое почвы. Температура увлажненной почвы ниже и колебание ее в период вегетации меньше, чем сухой почвы. По данным СоюзНИХИ температура почвы на увлажненном хлопковом поле была на 8,1°С меньше, чем на сухом. На орошаемом участке перед поливом температура почвы повышалась до 29,3°С, а после полива снижалась до 25,3°С.

Влажность приземного слоя воздуха орошаемого поля подвергается наибольшим колебаниям и изменяется в зависимости от принятого режима орошения. Если на неорошаемых землях испарение приблизительно рав-

но нулю, то на орошаемом поле оно очень велико, особенно в полуденные часы.

Существенные различия во влажности приземного слоя воздуха определяются режимом орошения и числом поливов, установленным для возделываемой культуры.

Для большинства орошаемых культур среднесуточные оптимальные температуры находятся в пределах 26—30°С (Л. Н. Бабушкин, 1957). Повышение температур до 39—40°С оказывает вредное влияние на фотосинтез, особенно в бутонизацию и цветение, так как увеличивается процент опавших плодовых органов (С. С. Абаев, 1941).

Под влиянием поливов температура почвы снижается на 8—10°С. На хлопковых полях Самаркандской области при влажности почвы 65% ППВ температура почвы была 35°С, а влажность воздуха 62%; при влажности почвы 75% ППВ — соответственно 28°С и 82%. Изменения температуры воздуха оказывают влияние и на температуру отдельных органов растений. В момент подсушки и завядания температура листьев хлопчатника на 5°С выше температуры воздуха. На показатели температуры и влажности приземного воздуха влияют загущенность посевов, затенение почвы. По данным А. Н. Нешиной и Н. А. Тодорова (1953), повышенная влажность воздуха приводит к заболеванию растений хлопчатника и задержке раскрытия коробочек.

Оптимальной величиной влажности приземного слоя воздуха на посевах хлопчатника считают 50—60%, а освещенности 50—70 тыс. люксов (Ю. С. Насыров, 1961). Увеличение освещенности до 82 тыс. люксов снижало фотосинтез и продуктивность растений. Условия микроклимата на орошаемых почвах можно регулировать поддержанием оптимальной влажности почвы на уровне 75—80% ППВ, а освещенность — густотой стояния, шириной междурядий и направленностью посевов к сторонам света. На микроклимат хлопкового поля влияют загущенность и способы посева (табл. 16).

Испарение влаги с поверхности почвы и затраты тепла на транспирацию с увеличением числа поливов способствуют усиленному росту растений и большему затенению почвы. Затенение в свою очередь вызывает сокращение потерь влаги на испарение и более стабильное

Таблица 16

Изменение микроклимата хлопкового поля в зависимости от загущенности и способов посева (по *М. П. Меднису*, 1973)

Схема размещения растений	Температура на 10—12/VII, °С	
	почвы	листьев
70×70×2	26,9	32,8
60×60×3	24,8	32,0
45×45×2	20,6	31,1

поддержание влажности почвы и воздуха в межполивные периоды.

Сокращение потерь воды с орошаемого поля способствует улучшению микроклимата. По мере роста растений потери влаги на испарение почвой сокращаются и, значит, создаются более благоприятные условия водного режима в почве и в приземном слое воздуха. Потери воды на транспирацию растениями хлопчатника возрастают с 630 м³/га в фазу бутонизации до 2970 м³/га в фазы цветения и плодообразования. Таким образом, увеличение оросительной нормы за счет большего числа поливов способствует поддержанию в почве и надпочвенных слоях воздуха влажности, оптимальной для роста и развития растений.

Специальные наблюдения, проведенные в 1974—1975 гг. на луговых почвах Ташкентской области (учхоз им. Кирова ТашСХИ) показали, что увеличение числа вегетационных поливов до 5—6 способствовало поддержанию оптимальной влажности и температуры почвы и положительно влияло на почвенную микрофлору. Численность микроорганизмов растет с увеличением запасов влаги в почве. Повышение активности микрофлоры направлено на увеличение форм питательных элементов, доступных для растений.

Интересные данные получены об освещенности орошаемого поля. В летние месяцы освещенность поверхности поля прямыми лучами солнца на открытом месте достигает 95—100 тыс. люксов, а среди растений она уменьшается в 8—10 раз. Наибольший поток солнечной радиации поступает с 12 до 15 ч. Солнечная радиация взаимодействует с листовой поверхностью растений, оказывающей влияние на температуру почвы в приземном

слое воздуха. Наблюдения за температурой почвы в июле и августе на орошаемом и неорошаемом полях показали, что на открытой площадке неорошаемого поля в горизонте 0—5 см в 15 ч. она достигала 37°С. При увлажнении почвы из расчета четырех поливов по схеме 1—3—0 температура почвы снижалась до 30°С, при пяти поливах—до 29°С и при шести поливах—до 28,5°С. В нижнем 20-сантиметровом слое температура почвы была на уровне 31,5°С на неорошаемой площадке и снижалась до 25°С при шести поливах за вегетацию. По мере увеличения числа поливов урожай хлопка-сырца возрастал с 23—27 до 36 ц/га. Аналогичный ход температур почвы отмечен в течение всего вегетационного периода. Наблюдения подтвердили, что изменения температуры почвы происходят под действием орошения и зависят от степени увлажнения почвы.

Определения температуры воздуха по указанным вариантам полива на высоте 20 см от поверхности почвы показали, что при двух вегетационных поливах приземный слой воздуха нагревался до 30—32°С. С увеличением числа поливов до трех, четырех и шести по схемам 1—2—0, 1—3—0 и 2—3—1 температура воздуха снижалась до 22—24°С. При этом в почве и приземном слое воздуха складывались благоприятные условия для активной микробиологической деятельности и для роста и развития растений.

3. Влага и питательный режим почвы

Запасы влаги в почве определяются величиной полевой влагоемкости. На легких почвах влага быстро теряется на испарение и транспирацию. На средних и тяжелых по механическому составу почвах запасы влаги значительно больше, удерживающая способность этих почв выше, отдают они воду на испарение растениям труднее, что необходимо учитывать при установлении расчетных поливных и оросительных норм. Динамика влаги и питательных веществ в почве для различных почвенно-климатических зон наиболее обоснованно может быть установлена по фазам развития растений.

Многочисленные исследования подтверждают, что заметный перелом в развитии растений наступает при снижении предполивной влажности до 60% ППВ или 14—15% от массы почвы. На почвах с однородным сложе-

нием предполивная влажность не должна опускаться ниже 70% ППВ.

В центральной климатической зоне предполивная влажность почвы должна быть не ниже 70—75% ППВ. Для этого достаточно четырех-пяти поливов за вегетацию по схеме 1—3—0 или 1—3—1 оросительной нормой 4,5—5 тыс. м³/га. Если число поливов уменьшить, предполивная влажность опустится до 60—65% ППВ. Урожайность хлопка-сырца соответственно уменьшится на 4,5 ц/га. Неравномерная предполивная влажность почвы оказывает наибольшее влияние в южных районах, где температуры почвы и воздуха достигают максимальных величин. Резкие колебания ее здесь особенно недопустимы.

В совхозе «50 лет ВЛКСМ» Гузарского района Кашкадарьинской области при поливе хлопчатника по схеме 1—3—0 и 2—2—1 запасы влаги в почве снижались до 47,3 — 59,4% ППВ и не повышались более чем до 58,4 и 66,2% перед последующими поливами. Это отрицательно сказалось на урожае. Увеличение числа поливов до шести за вегетацию по схеме 2—4—0 и поливных норм до 1200—1400 м³/га позволяло поддерживать запасы влаги на более высоком уровне не ниже 68—70% ППВ. Дальнейшее увеличение числа поливов до семи не вызывало больших колебаний влажности почвы. Благоприятные условия водного режима на почвах Гузарского района складывались при поливах по схеме 1—5—1, поливными нормами 900—1000 м³/га, когда запасы влаги в почве не падали ниже 65—75% ППВ. При такой влажности почвы наблюдался нормальный рост, развитие растений хлопчатника и накопление урожая до 40—41 ц/га (А. Аминов, 1975).

По мере перехода от северных к центральным и южным районам с более длинным вегетационным периодом и высокими суммами эффективных температур равномерность предполивной влажности почвы в пределах 70—75% ППВ достигается проведением большего числа поливов при большей оросительной норме. Если в северных районах Ташкентской области для поддержания оптимальной влажности почвы достаточно четырех-пяти поливов, то в южной климатической зоне в Гагаринском районе при 7—8 поливах за вегетацию воды пришлось влить до 9,6 тыс м³/га. Получена прибавка урожая хлопка-сырца до 9,2 ц/га (табл. 17).

Таблица 17

Влияние влажности почвы на рост, развитие и урожай хлопка-сырца по климатическим зонам

Схема полива	Оросительная норма, тыс. м³/га	Влажность почвы перед поливами, % ППВ	Концентрация клеточного сока, %	Высота растений на 1/VIII, см	Число коробочек, шт.	Урожай	
						ц/га	%
Северная зона (учхоз им. Кирова ТашСХИ 1973—1974 гг.)							
1—3—0	3,2	54-69	14,1	60,2	6,3	28,4	100,0
1—3—1	4,7	75-85	9,5	91,2	9,4	39,6	139,0
Центральная зона (совхоз «50 лет ВЛКСМ» Гузарского района, 1970—1973 гг).							
1—2—1	5,5	54-58	13,0	46,3	7,0	27,7	100,0
1—5—1	7,8	65-76	9,1	68,1	11,1	40,9	147,0
Южная зона (совхоз им. А. Набиева Гагаринского района, 1971—1973 гг.)							
1—3—1	8,0	56-58	16,0	81,3	17,8	26,9	100,0
1—5—1	9,6	66-78	12,0	97,0	27,4	36,1	131,0

Многочисленные данные подтверждают, что значительный недобор урожая хлопка-сырца происходит из-за понижения предполивной влажности почвы в фазы цветения и плодообразования. Особенно резко это сказывается в южных районах хлопкосеяния. Анализ влажности почвы показал, что запасы ее постепенно снижаются от полива к поливу с 86 до 58% ППВ. В результате ухудшается микробиологическая деятельность в почве, от которой зависит обеспеченность растений элементами питания. Снижение влажности вызывает задержку в росте, отставание в развитии и опадение плодоэлементов. В условиях орошаемого земледелия необходимо постоянно следить за поддержанием влажности почвы на уровне беспрепятственного потребления ее растениями, без резких колебаний, особенно в фазы цветения и плодообразования.

Для подтверждения приведенных данных о большом значении влажности почвы в период вегетации могут служить и среднесуточные расходы воды на хлопковом поле.

Максимальное количество воды расходуется в фазы

цветения и плодообразования (90—140 м³/га в сутки). Кривая расходов воды в эти фазы резко поднимается, и это вызывает необходимость контроля в обеспечении растений доступной влагой. При высоких суточных расходах на суглинистых и глинистых почвах, особенно в южной зоне хлопкосеяния (Кашкадарьинская и Сурхандарьинская области) поливные нормы по 700—800 м³/га не могут покрыть дефицита влаги и создать устойчивые запасы ее в почве. Образование питательных веществ в большой степени зависит от благоприятного соотношения водного и воздушного режимов почвы и наличия энергетического материала.

Наибольшее влияние на микробиологическую активность оказывают влажность и аэрация почвы. Нитрификационные процессы усиленно проходят в почве, если запасы влаги в ней не ниже 65% ППВ, а температура почвы находится в пределах 27—28°С.

Самое низкое накопление азота нитратов наблюдалось до первого вегетационного полива. После первого полива к третьему и четвертому микробиологическая деятельность усиливалась, в почве накапливалось много нитратного азота. Ослабление микробиологической деятельности до первого вегетационного полива объясняется снижением запасов влаги в почве.

На микрофлору почвы и нитрификационную деятельность микроорганизмов оказывают влияние не только запасы воды в почве, но и нормы поливов. Поливные нормы могут ухудшить условия жизнедеятельности микроорганизмов и повлиять на образование в почве нитратного азота. Наибольшая численность бактерий отмечена в почве, которую увлажняли нормой до 1000 м³/га. При поливах же нормой 700 и 1500 м³/га создавались худшие условия, так как 700 м³/га было недостаточно для хорошего увлажнения, а при 1500 м³/га почва слишком сильно переувлажнялась (табл. 18).

При поливной норме 1000 м³/га в почве отмечается более активная микробиологическая деятельность, а это обеспечивает растения лучшим минеральным питанием. Запасы влаги в почве при поливной норме 700 м³/га в более сильной степени угнетают микробиологическую деятельность, нежели избыточное увлажнение нормой 1500 м³/га. В первый день после полива нитрификационная деятельность понижается, а к седьмому дню численность микрофлоры быстро увеличивается, достигая поч-

Таблица 18

Влияние поливной нормы на развитие микроорганизмов после второго полива хлопчатника (по *А. А. Торопкиной*, 1971)

Срок наблюдений	Поливная норма, м³/га	Влажность, % на 100 см слой	Аммонификаторы (тыс. шт. в 1 г почве)	Нитрификаторы (тыс. шт. в 1 г почве)	Азотобактер (тыс. шт. в 1 г почве)	Содержание NO_3, мг на 100 г	Урожай хлопка-сырца, ц/га
После полива	700	13,0	55	2,8	1,0	0,77	
	1000	19,0	3025	27,8	7,8	2,75	
	1500	22,0	527	25,3	3,3	2,19	
После культивации	700	13,0	670	4,0	3,3	0,50	
	1000	16,0	370	7,0	3,7	2,77	
	1500	16,0	370	4,0	3,7	1,52	
Среднее	700	13,0	376	3,4	2,7	0,64	39,5
	1000	17,5	200	17,4	5,7	2,80	53,2
	1500	19,0	449	14,7	3,5	1,90	52,6

ти двойной величины к концу межполивного периода. Таким образом, переувлажнение почвы может вызвать ослабление нитрификационной деятельности и заметное уменьшение доступных форм нитратного азота для растений (А. А. Торопкина, 1971).

При непрерывном удовлетворении растений хлопчатника водой и элементами питания наиболее полно проявляется его генетическая природа. Для накопления высокого урожая хлопка-сырца (порядка 90 ц/га) растения должны потреблять до 450 кг/га азота, 220 кг/га фосфора и 550 кг/га калия, и соотношение этих элементов должно быть 1:0,85:1,12 (А. Имамалиев, 1979).

Потребление растениями элементов питания главным образом определяется режимом орошения, мелиоративным состоянием земель и уровнем применяемой агротехники.

4. Мелиоративное состояние и водный баланс земель

В Узбекской ССР почти половина орошаемых земель подвержена засолению. Повышенное содержание солей в почве снижает урожай сельскохозяйственных культур, при этом возрастают затраты труда, расходы оросительной воды, а эффективность минеральных удобрений резко снижается.

Предотвратить засоление почв в поливных условиях

можно правильным применением орошения, промывок и дренажа, внедрением севооборотов и системы обработки почвы.

По мере расширения орошаемых площадей при отсутствии дренажа увеличивается степень засоления почв. Важным фактором соленакопления, который необходимо учитывать, является поливная вода.

По сведениям М. А. Панкова (1969), ежегодный принос солей с оросительной водой по р. Шахимардан составляет в верховьях около 1 т/га, в среднем течении 1,16 т, а в низовьях — 1,44 т/га.

На почвах Голодной степи соленакопление за счет оросительной воды достигает 3 т/га, а если для полива используются минерализованные (до 5 г/л) грунтовые воды, то оно возрастает до 5 т/га и более.

Полив по бороздам с большим количеством сбросной воды в условиях почв, подверженных засолению, может ухудшить мелиоративное состояние земель вследствие подъема минерализованных вод к поверхности.

Накопление солей снижает плодородие почвы. Присутствие солей вызывает повышение осмотического давления почвенного раствора, а водоудерживающая сила сильнозасоленных почв может достичь 143 атм (В. С. Шардаков, 1965).

Наибольшее влияние на мелиоративное состояние орошаемых земель оказывают режим водоподачи и глубина залегания грунтовых вод. Применение искусственного орошения может отрицательно повлиять на мелиоративное состояние земель, вызвать их засоление или заболачивание, если не будет выдержан баланс подачи воды на поля и отвод ее избыточного количества за пределы орошаемого участка.

За годы Советской власти производство хлопка-сырца возросло более чем в десять раз, водозабор увеличился в три раза и достиг 46 млрд. м³. В коллекторно-дренажную сеть сбрасывается огромное количество минерализованной воды, которая вызывает подъем грунтовых вод и ухудшение мелиоративного состояния земель. Если учесть, что к 1978 г. минерализация поливной воды повсеместно в Узбекистане повысилась с 0,4 — 0,6 до 1—1,6 г/л, то станет ясно, что избыточная подача воды на орошение вызовет накопление солей в почве, для удаления которых потребуются промывные поливы.

Как предупредить ухудшение мелиоративного состоя-

ния земель, не допустить избыточного накопления солей в почве? Добиться этого можно применением правильных поливных режимов, основанных на установлении баланса подачи и расходов воды, внедрением севооборотов, проведением промывок и созданием дренажных устройств для поддержания грунтовых вод на критической глубине и отвода их за пределы орошаемого участка. За последние годы значительно расширилась коллекторно-дренажная сеть, что благоприятно сказалось на рассолении почв. Общая площадь засоленных земель в Узбекистане к 1980 г. уменьшилась до 49%, а урожайность хлопчатника в среднем по республике повысилась до 33,2 ц/га.

Мелиоративное состояние орошаемых земель определяется водообеспеченностью и балансом грунтовых вод. В Хорезмской области главной приходной статьей баланса грунтовых вод являются воды, фильтрующиеся из оросительной сети. В период вегетации грунтовые воды поднимаются до 0,74—0,88 м, засоление верхнего профиля почвы (0—10 см) увеличивается почти в 4,5 раза по хлору и в 2,6 раза по сухому остатку (И. К. Киселева, 1973). Но даже при такой высокой минерализации растения используют грунтовые воды на транспирацию. Оросительные нормы за последние годы возросли с 13,3 до 23,2 тыс. м³/га, а дренажный сток соответственно увеличился с 18,9 до 55,5%. За счет увеличения дренажного стока улучшилось мелиоративное состояние орошаемых земель. И хотя существенного снижения уровня грунтовых вод не произошло, повышенные водоподача и сток дренажных вод определили рассоление почв и значительное опреснение грунтовых вод. Урожаи хлопка-сырца повысились с 18,5 ц/га в 1953 г. до 40,8 ц/га в 1979 г.

В Бухарской области мелиоративное состояние орошаемых земель также зависит от величин водозабора и дренажного стока. Оросительные нормы здесь не превышают 10—13 тыс. м³/га, а дренажный сток 11—14%. Грунтовые воды залегают на глубине 2,3—3 м. По данным Бухарской опытной станции, оросительные нормы для этой зоны должны быть повышены на 1000 м³/га. Водозабор здесь меньше, чем в Хорезмской области, значительно ниже и дренажный сток. Урожайность хлопка-сырца в Бухарской области резко повысилась и достигла в 1979 г. 37 ц/га.

В Сырдарьинской области мелиоративное состояние орошаемых земель характеризуется сезонным режимом грунтовых вод, обусловленным работой скважин вертикального дренажа. Наибольший подъем грунтовых вод наблюдается в вегетационный период, когда проводятся поливы. В осенний период, когда поливы прекращаются, происходит спад. На режим грунтовых вод оказывают влияние и атмосферные осадки (250—300 мм в год). Чтобы поддержать мелиоративное состояние земель Сырдарьинской области на высоком уровне, надо устанавливать оросительные нормы в пределах 5,5—6 тыс. м³/га для хлопчатника и 8—9 тыс. м³/га для люцерны. При таких оросительных нормах коэффициент сезонного соленакопления не будет превышать 1,10—1,15, и необходимость в промывных поливах отпадает. Кроме того, следует улучшить способы распределения воды и повысить уровень агротехники.

В областях Ферганской долины мелиоративное состояние орошаемых земель складывается также из водоподачи и дренажного стока. По мере увеличения стока содержание солей как в почве, так и в грунтовых водах уменьшается.

Таким образом, в Узбекистане мелиоративное состояние орошаемых земель, подверженных засолению, находится под воздействием грунтовых вод, формирующихся как в вегетационный период, так и осенью после уборки урожая. Грунтовые воды в основном расходуются на испарение с поверхности почвы и частично на транспирацию растительным покровом.

В районах с неблагополучным мелиоративным состоянием орошаемых земель единственным средством для их улучшения могут служить дренажные устройства и повышенный дренажный сток. В большинстве орошаемых районов питание грунтовых вод осуществляется за счет поливных вод в вегетационный период. При расходовании расположенных близко от поверхности вод на испарение в корнеобитаемых слоях почвы могут накапливаться вредные для растений соли, для удаления которых требуются промывные поливы. Таким образом, улучшить мелиоративное состояние земель можно, поддерживая водный баланс на уровне промывного типа орошения.

Водный баланс влияет в целом на мелиоративное состояние орошаемого поля и может изменяться с измене-

нием приходных и расходных статей в зависимости от климатических зон, гидромодульных районов и гидрологических условий.

Водный баланс орошаемого поля складывается из приходных и расходных статей. В приходные статьи водного баланса входят поливная вода, грунтовая вода, атмосферные осадки и вода, стекающая с других участков; в расходные статьи—расход воды на транспирацию, испарение почвой, отток с грунтовой водой и стекание воды на другие участки. Наиболее полно водный баланс орошаемого поля может быть представлен формулой А. Н. Костякова:

$$dW+dV=(P+V-S)+(d+A-O)\cdot E,$$

где dW — прибыль (или убыль) запаса почвенно-грунтовой воды в определенной толще грунта данного массива; dV—прибыль (или убыль) поверхностной воды на данном массиве; P—атмосферные осадки; V—поверхностные воды, поступающие на этот массив извне; S — сток поверхностных или фильтрационных вод в пределах данного массива; d—приток грунтовых вод или фильтрационных вод в пределах данного массива; A — конденсация в почве атмосферной влаги; O — отток почвенно-грунтовых вод за пределы данного массива; E — испарение влаги с данного массива.

Главными приходными статьями водного баланса следует считать оросительную и грунтовую воду. В зависимости от величины подпитывания грунтовых вод определяется размер орошения сельскохозяйственных культур.

Водный баланс поля рассчитывают для различных уровней залегания грунтовых вод. Характеризуя водный баланс, следует отметить, что расходы грунтовых вод на испарение и транспирацию при близком их стоянии возрастают.

Чем ближе к поверхности почвы расположены грунтовые воды, тем больше их влияние на режим влажности корнеобитаемого слоя, тем более высока доля их участия в создании урожая и тем меньшее значение имеет поливная вода.

Баланс влаги на почвах с глубокими грунтовыми водами. Водный баланс хлопкового поля при глубоком залегании грунтовых вод характеризуется преобладанием в приходной части поливной воды (85,9 — 93,1%) и толь-

ко около 7—14% приходится на запасы влаги в почве, накопленные в осенне-зимний и ранневесенний период. Расход на транспирацию увеличивается до 63—69%, а расход на испарение с поверхности почвы не превышает 30—37%. Следовательно, основным источником снабжения растений влагой на почвах с глубокими грунтовыми водами является поливная вода (табл. 19).

Таблица 19

Водный баланс хлопкового поля в новой зоне орошения Голодной степи (по *В. Т. Льву* и *С. С. Набиходжаеву*, 1976)

Источники поступления и расхода воды	м³/га	%
Приход		
Осадки	900	10,3
Поливная вода	7800	84,2
Запасы влаги в почве	500	5,5
Всего . . .	9200	100,0
Расход		
Испарение с поверхности почвы	815,0	30,4
Транспирация	6445,0	69,6
Всего	9260	100,0

Доля грунтовых вод в подпитывании корнеобитаемого слоя сокращается, и они меньше участвуют в создании урожая. Если при глубоком уровне грунтовых вод орошение будет проводиться с превышением приходных статей над расходными, т. е. увеличенными поливными нормами, то это вызовет заболачивание или засоление земель, ухудшение питательного и воздушного режимов почвы. На орошаемых полях, где несвоевременно проводятся послеполивные обработки почвы, возможны большие потери воды на испарение по капиллярам (20—30 м³/га в сутки). Накопление солей в верхних горизонтах почвы потребует в дальнейшем проведения промывок. На почвах, подстилаемых галечниками, и на легких почвах при увеличенных поливных нормах возможны потери воды на просачивание в почвогрунты, попол-

ление за счет этого грунтовых вод и их подъем в корнеобитаемый слой. Если грунтовые воды не минерализованные, то может произойти заболачивание, а если минерализованные, то вторичное засоление. На легких почвах и почвах, подстилаемых галечниками, поливные нормы должны быть расчетными, сокращенными, а число поливов—увеличенным.

Чтобы улучшить мелиоративное состояние земель, длину поливных борозд в таких условиях сокращают и на поливах применяют механизированное распределение воды в борозды.

5. Потери воды на испарение и просачивание в почвогрунты

На мелиоративное состояние орошаемых почв оказывает влияние испарение влаги. Наряду с потерями воды и снижением коэффициента ее использования испарение может вызвать накопление солей и в конечном счете привести к вторичному засолению почвы. Одной из причин, вызывающих усиленное испарение, является уплотнение и сплывание почвы после разрушения почвенной структуры.

Высота подъема и скорость передвижения воды в почве определяются гранулометрическим составом. Так, например, если диаметр почвенных частиц будет в пределах 2—2,5 мм, то подъема воды по капиллярам не наблюдается. Если же диаметр частиц уменьшается до 0,1—0,05 мм, то вода может подниматься по капиллярам на высоту не более 50 см.

В тяжелых по механическому составу почвах с тонкими капиллярными промежутками вода может подняться до высоты 4—5 м, хотя средняя высота подъема обычно не превышает 2—3 м (табл. 20).

С увеличением водоподъемной способности почвы влага подтягивается в верхние горизонты и испаряется. Испарение воды с поверхности почвы может достигать больших величин—30—50% от оросительной нормы. Величина испарения влаги определяется степенью насыщенности водяными парами приземного слоя воздуха. Чем ниже влажность воздуха, тем выше испарение воды. На величину испарения большое влияние оказывают скорость и направление ветра (табл. 21).

Из приведенных данных видно, что с увеличением

Таблица 20

Максимальная высота капиллярного подъема на почвах различного механического состава (по *В. М. Легостаеву*, 1966)

Почвогрунты	$H_{мак}$, см
Глины	400—500
Суглинок тяжелый	300—400
Суглинок средний	200—300
Суглинок средний	150—200
Супесь	100—150
Песчаная почва	50—100

Таблица 21

Испарение влаги почвой при различной скорости ветра (по *В. М. Легостаеву* и *Б. С. Конькову*, 1962), мм/сут

Состав почвы	Скорость ветра, м/с				
	0	3	6	9	12
Кварцевый песок	0,55	7,27	10,5	13,20	15,4
Глина порошок	1,18	7,04	11,6	15,05	19,0
Глина комковая	0,74	6,05	10,8	15,00	18,7

скорости ветра испарение усиливается, особенно на распыленных и тяжелых по механическому составу почвах.

Величина испарения зависит от капиллярных свойств почвы. Бесструктурные почвы, имеющие много мелкозема, расходуют воды на испарение больше, чем структурные или почвы с крупными комьями. Испаряемость воды с поверхности почвы определяется температурой воздуха и почвы, капиллярным током воды, направлением уклона, окраской почвы, разновидностью высеваемой культуры и густотой растений.

Использование грунтовых вод растениями на транспирацию возрастает с их подъемом. Чем глубже залегают грунтовые воды, тем меньше их испаряется с поверхности почвы и используется на транспирацию растениями (табл. 22—23). При снижении грунтовых вод с 1 до 2 м испарение воды с поверхности почвы может уменьшаться более чем в шесть раз, а расходы на транспирацию — в восемь раз.

Таблица 22

Расход воды на транспирацию хлопчатником и на испарение почвой при различной глубине залегания грунтовых вод (по *Н. И. Курылевой*, Бухарская ОС, 1950)

Показатели	Глубина залегания грунтовых вод, м		
	1,0	2,0	3,0
Общий расход воды, м³/га	17229	8382	6969
Расход, %	100,0	48,6	39,9
Израсходовано грунтовой воды, %	67,4	30,0	13,1
Израсходовано поливной воды, %	32,6	70,0	86,9
Коэффициент транспирации	985	940	860
Расход воды на транспирацию хлопчатником, м³/га	10156	4576	4022
Расход воды на испарение с поверхности почвы, м³/га	7073	3806	2848

На легких песчаных и богатых гумусом почвах испарение влаги сокращается, так как на поверхности ее не образуется почвенная корка, которая способствует усиленному испарению через восстановленные капилляры. Потери влаги на испарение сокращаются в структурной почве. Для создания ее необходимо ввести севообороты и проводить правильную допосевную обработку почвы.

В условиях орошаемого земледелия Узбекистана мощная почвенная корка образуется на бесструктурных почвах, особенно на сероземах. Чтобы ослабить испарение влаги, почвенную корку рыхлят, иногда применяют мульчирующий слой, который предотвращает испарение. Для предупреждения образования почвенной корки и больших потерь влаги на испарение после поливов своевременно проводят междурядные обработки — культивации, но почва в этом случае должна быть только в спелом состоянии. При запаздывании с культивациями разделка ее бывает глыбистая, и потери воды на испарение возрастают. Кроме того, культивация пересушенной почвы вызывает разрывы корней у растений.

ГЛАВА VI. ВОДНЫЙ РЕЖИМ РАСТЕНИЙ И УРОЖАЙ

1. Поступление и расходование воды растениями

Вода в жизни растений имеет первостепенное значение, так как расходуется в наибольших количествах по

Таблица 23

Размеры использования растениями грунтовых вод в зависимости от глубины их залегания и почвенных разностей (по *Н. Т. Лактаеву*, 1978), м³/га

Почвы	Водопроницаемость, индексы	Северная климатическая зона, *М*-5000 м³/га			Центральная климатическая зона, *М*-6500 м³/га			Южная климатическая зона, *М*-7500 м³/га		
		глубина грунтовых вод, м								
		3–4	2–3	1–2	3–4	2–3	1–2	3–4	2–3	1–2
Супесчаные	*А*	—	—	650	—	—	820	—	—	950
Легкосуглинистые	*Б*	—	—	1200	—	—	1500	—	—	1750
Среднесуглинистые	*В*	—	200	1450	—	200	1900	—	300	2200
Тяжелосуглинистые	*Г*	—	450	1700	—	600	2200	—	700	2250
Глины	*Д*	100	700	1900	130	920	2500	150	1050	2850

А — сильноводопроницаемые; *Б* — повышенноводопроницаемые; *В* — средневодопроницаемые; *Г* — пониженной водопроницаемости; *Д* — слабоводопроницаемые.

сравнению с другими элементами питания. Она входит во все составные части растения, расходуется на транспирацию, участвует во всех процессах, происходящих в растениях. Вода выполняет и чисто механические функции, придает растениям устойчивость к полеганию, что очень важно при возделывании и механизированной уборке. Поступление воды из почвы определяется физиологическими особенностями растений, климатическими условиями, механическим составом почвы, ее влагоемкостью и сосущей силой растений.

Основным источником воды для растений является почвенная влага, которая, как уже указывалось, может находиться в доступной и недоступной форме.

По отношению к воде культурные растения относят к трем группам — гидрофиты, ксерофиты и мезофиты. В группу гидрофитов входят растения с интенсивной транспирацией, выращиваемые на переувлажненных почвах; представителем их может служить рис. У этих растений устьичные аппараты в клетках листьев открыты и испарение равно величине свободного испарения с поверхности воды.

К группе ксерофитов относятся растения, способные произрастать в сухих и засушливых местах; они могут переносить продолжительную атмосферную и почвенную засуху. Листьев у ксерофитов мало или они слабо развиты. Узкие листовые пластинки покрыты восковым налетом, предохраняющим растения от излишнего испарения воды.

Мезофиты—растения, произрастающие при умеренной влажности почвы, занимают промежуточное положение между гидрофитами и ксерофитами. Им требуется оптимальный воздушный и тепловой режим. В группу мезофитов входят технические культуры, для которых как недостаточное, так и избыточное увлажнение вредно. Осмотическое давление клеточного сока у мезофитов выше, чем у гидрофитов, но ниже, чем у ксерофитов.

Выше уже отмечалось, что растения поглощают влагу в виде почвенного раствора, поступление которого определяется корневым питанием. Под *корневым питанием* понимают избирательное поглощение растениями из почвы воды и элементов пищи (А. В. Петербургский, 1975). Передвижение почвенного раствора к активной поверхности корневой системы основано на явлении

диффузии. Направленное развитие корневой системы в объеме почвы, где имеются запасы питательных элементов, способствует поглощению через корневые волоски воды и растворенных в ней минеральных солей. Растворенные минеральные вещества из корней в надземные органы передвигаются через сосудопроводящие органы ксилемы.

Корневая система растений в первый период вегетации растет быстрее, чем надземная часть, а после фазы цветения, наоборот, надземные органы формируются быстрее, чем корни. В поглощении почвенного раствора растениями наибольшее значение приобретают мелкие корешки. Остальная часть корней выполняет функции передвижения веществ в надземные органы через развитую систему проводящих сосудов. За счет корневых волосков увеличивается деятельная поверхность корневой системы. Корневые волоски представляют собой мелкие выросты, не отделенные перегородками от наружных клеток эпидермиса, из которых они образованы.

Корневые волоски покрыты наружной оболочкой, через кончик которой поглощается вода. Поглощение воды происходит в одной зоне волоска, где находится масса цитоплазмы. По мере старения, т. е. удлинения волоска, поглощение воды уменьшается. Интенсивность поглощения воды волосками зависит и от уровня метаболизма, при ухудшении условий внешней среды происходит выделение воды клеткой (А. П. Петров, 1974).

Для предохранения корневых волосков от повреждения почвой они покрыты слизистым слоем, который улучшает контакт между корнем и почвой. Корни выделяют в окружающую среду органические вещества—сахара, ферменты и аминокислоты, усиливающие растворение почвенных частиц. Эти вещества служат пищей для ризосферных микроорганизмов.

Вода принимает активное участие во всех химических и биохимических процессах, происходящих в растениях, она служит главным исходным материалом для построения органического вещества.

При недостатке воды в почве у растений закрываются устьичные аппараты, снижается фотосинтез, а иногда, чтобы сохранить себя, растения вынуждены сбрасывать листья, уменьшая расходы воды на транспирацию. Особенно чувствительны к недостатку воды в почве молодые растения.

Вода в растениях, так же как и в почве, находится в различных состояниях. Уменьшение запасов воды в почве вызывает сокращение содержания свободной влаги в растении. Свободная влага переходит в более сложные и менее доступные формы. Преобладание в растении осмотически связанной и коллоидной форм влаги приводит к нарушению функций в растительном организме — падению тургора и снижению фотосинтеза.

Оптимальный водный режим почвы обеспечивает бесперебойное водоснабжение растений и усиливает синтез органического вещества. Если же в растениях наступает обезвоживание клеток, то это приводит к ферментативному распаду сложных соединений в них и гибели растений (Н. С. Сисакян, 1965).

Недостаток воды в растениях вызывает старение организма, а избыток ее удлиняет вегетационный период, задерживая прохождение репродуктивных фаз.

Уменьшение запасов воды в почве требует максимума усилий для ее поступления в растения. Принято считать, что если сосущая сила в листьях культурных растений поднимается до 26—30 атм, то у большинства растений нарушается тургорное состояние в листовых пластинках (Э. Рассел, 1955). В почве в это время запасы влаги опускаются до пределов коэффициента завядания. Поступление воды из почвы в растение определяется сосущей силой клеток. С уменьшением содержания воды в клетках сосущая сила листьев увеличивается, следовательно, поступление воды тоже возрастает. С увеличением содержания воды в клетках корня сосущая сила падает, что ведет к меньшему поглощению воды корнем и уменьшению ее содержания.

Увеличение содержания воды в клетках обусловливает возрастание их объема и уменьшение сосущей силы, рассчитываемой по формуле Уршпрунга:

$$S = P - T.$$

где S — сосущая сила клетки; P — осмотическое давление клеточного сока; T — давление оболочки на содержимое клетки (тургорное напряжение растянутой оболочки).

При утере тургорного состояния сосущая сила клеток равна осмотическому давлению клеточного сока. Величина сосущей силы и осмотического давления для различных растений неодинакова. По мере старения рас-

тения осмотическое давление обычно повышается. Если запасы воды в почве высокие, то осмотическое давление и сосущая сила клеток уменьшаются.

Из приведенной формулы следует, что при уменьшении влажности почвы поступление воды в растение замедляется. Вследствие этого концентрация клеточного сока и сосущая сила клеток возрастают. При определенной величине сосущей силы листьев наступает момент, когда необходимо проводить полив, так как снижение влажности может вызвать нарушение физиологических процессов и уменьшение урожайности.

2. Динамика и критические периоды потребления воды растениями

Вода — основной фактор, определяющий рост и развитие растений на всем периоде вегетации. Поддержание оптимального режима орошения может повысить продуктивность растения, а сокращение запасов воды в почве в отдельные фазы приведет к угнетению растений и может даже вызвать их гибель. Влажность почвы оказывает огромное влияние на высоту, облиственность и мощность корневой системы растения. Рост и развитие в период вегетации бывают неодинаковыми, а это соответственно требует изменения и водного режима.

Если вегетационный период растений разделить на фазы, то теоретически можно выделить четыре периода; фактически же, в практике применительно к поливам принято разделение только на три фазы развития—фазы бутонизации и цветения объединяются. Так, например, у хлопчатника первый период продолжается от всходов до начала цветения; календарно он длится до конца июня и начала июля и называется *фазой цветения*. Растения в этот период на сероземных почвах с глубокими грунтовыми водами расходуют до 20—25% оросительной нормы.

Вторая фаза—*цветения—плодообразования* продолжается от июля до 15—20 августа. В этот период репродуктивного развития растения расходуют максимальное количество воды — до 55—65% оросительной нормы.

В третью фазу — *фазу созревания* — нарастания вегетативной массы почти не происходит, а поэтому и расход воды растениями сокращается до 15—20% оросительной нормы. Данные о среднесуточном расходе воды хлопковым полем приведены в табл. 24.

Таблица 24

Среднесуточный расход воды хлопковым полем в новой зоне орошения Голодной степи по фазам развития растений
(по *В. Т. Льву* и *С. С. Набиходжаеву*, 1974—1975), м³/га

Схема полива	Бутонизация	Цветение	Цветение—плодообразование	Созревание
1—3—1 (контроль)	30,6	43,2	65,1	18,6
1—4—1	37,5	54,0	68,3	37,9
1—5—1	43,8	73,8	82,2	39,1
1—6—1	43,0	74,6	79,4	35,0

Из таблицы видно, что максимальные величины испарения наблюдаются в фазы цветения и плодообразования. С увеличением числа поливов расходы воды растениями возрастают. Максимальные среднесуточные расходы воды до 82,2 м³/сут отмечены при семи поливах за вегетацию по схеме 1—5—1.

Самый большой среднесуточный прирост сухого вещества падает на фазу цветения—плодообразования. В фазу бутонизации прирост сухого вещества составлял 0,3—0,6 г, а в фазу цветения—плодообразования он возрос до 2,2—2,9 г/сут (С. Н. Рыжов, 1948). Усиленный прирост сухого вещества требует и максимальных расходов воды на транспирацию, что необходимо учитывать, устанавливая режим орошения по фазам развития растений. Вода, поступающая из почвы в течение всего периода вегетации, расходуется растениями на транспирацию. Количество воды, израсходованное растением на создание единицы сухого органического вещества, называют *транспирационным коэффициентом*.

На величину транспирационного коэффициента большое влияние оказывают климатические зоны, температура воздуха и почвы, скорость и направление ветра, атмосферные осадки, влажность воздуха, обеспеченность растений элементами питания, а также пребывание растений в той или иной фазе развития.

Величина транспирационного коэффициента определенным образом зависит от вида и сорта возделываемых растений. Позднеспелые сорта сельскохозяйственных растений, имея большую облиственность, расходуют воды больше, чем среднеспелые и скороспелые. Показатели затрат воды, израсходованной на создание органи-

ческой сухой массы, у различных сельскохозяйственных растений представлены в табл. 25.

Таблица 25

Величины транспирационных коэффициентов у различных растений

Культура	$K_{т.р.}$, ед. воды на ед. сухого вещества
Хлопчатник	280—640
Люцерна	446—1068
Кенаф	450—700
Рис	250—811
Кукуруза	233—386
Сорго (джугара)	240—437
Сахарная свекла	262—397
Картофель	167—636
Пшеница	231—557
Ячмень	258—774
Овес	332—766
Дыня, арбуз	600—884
Овощные из сем. капустных	539—743

Транспирационный коэффициент достигает максимальной величины в июле и сокращается к середине августа. Зная величины транспирационного коэффициента и запланированный урожай, можно рассчитать *общее водопотребление,* под которым понимают суммарное количество воды, израсходованное из атмосферных осадков, подпитывания грунтовых вод и поливной воды при выращивании урожая. Если общее количество воды, т. е. водопотребление, разделить на величину полученного урожая, то можно вычислить *коэффициент водопотребления* или иначе—сколько затрачено воды на центнер продукции. Коэффициент водопотребления во многом определяется плодородием почв: чем выше плодородие, тем ниже затраты воды на центнер продукции урожая.

Таким образом, зная транспирационный коэффициент, можно рассчитать общее водопотребление для сельскохозяйственных культур по формуле С. Н. Рыжова:

$$M = K \cdot P,$$

где M — физиологическая норма потребления воды для

создания заданной массы урожая; K — коэффициент транспирации; P — масса урожая.

Для этой формулы не сделаны поправки на расходы воды с поверхности почвы. Общие затраты воды на создание планового урожая можно вычислить по формуле В. М. Легостаева и Б. С. Конькова:

$$M = ПР \cdot K_{тр} - K_{исп},$$

где M — общие затраты воды, м³/га; $П$ — урожай сухой массы, т/га; P — переводной коэффициент; $K_{тр}$ — транспирационный коэффициент; $K_{исп}$ — испарение с поверхности почвы, м³/га.

В приведенной формуле коэффициент P служит для перевода урожая хозяйственно ценной продукции в сухую массу всего урожая. Он меняется в зависимости от высоты урожая и уровня агротехники. При урожае хлопка-сырца 20 ц/га переводной коэффициент равен 2,75, сухая масса — 5,5 т/га, при урожае 30 ц/га —2,50, сухая масса—10 т/га, при урожае 60 ц/га — 2,28, сухая масса—14,3 т/га.

Определяя количество воды для получения заданного урожая, учитывают поправки на атмосферные осадки, использование запасов влаги из почвы и подток грунтовых вод при близком их стоянии.

Общее водопотребление для хлопчатника можно рассчитать и по формуле, предложенной В. Е. Еременко:

$$E = V \cdot КУ \cdot K \cdot i \cdot З,$$

где E — общее водопотребление, м³/га; V — плановый урожай хлопка-сырца, ц/га; $КУ$ — коэффициент водопотребления при глубоком залегании грунтовых вод, м³ на 1 ц урожая; K—гидрогеологический коэффициент от 0,40 до 1; i — поправочный коэффициент водопотребления для высокоплодородных окультуренных почв, равный 0,92—0,90; $З$ — зональный коэффициент (для северной зоны 0,85, центральной зоны 1, южной зоны 1,15).

Чтобы рассчитать подачу воды в хозяйство по периодам вегетации, очень важно определить водопотребление по фазам развития растений. Зная динамику расходов воды растениями по периодам и прирост сухого вещества, можно определить среднесуточную потребность воды, а также расходы по фазам развития по всем климатическим зонам.

Таким образом, чем выше урожайность, тем больше общее водопотребление, а соответственно, поданная вода будет быстрее расходоваться растениями.

Время расхода поливной нормы можно уточнить по формуле, предложенной В. Е. Еременко:

$$T = \frac{W}{V \cdot K \cdot i},$$

где T — промежуток времени; W — поливная норма, м³/га; V — среднесуточный расход воды, м³/га; K — коэффициент, учитывающий использование грунтовых вод по гидрогеологическим зонам; i — поправочный коэффициент на плодородие.

Следовательно, если поливную норму разделить на среднесуточный расход воды растениями, то можно узнать количество воды, необходимое для каждой фазы развития растений. Так как на почвах с близким стоянием грунтовых вод водопотребление по отдельным фазам развития растений меняется, в данную формулу вводят поправочный гидрогеологический коэффициент. Приведенная формула расчета водопотребления позволяет более правильно устанавливать оросительные и поливные нормы в период вегетации.

Наибольший коэффициент водопотребления отмечен при низком уровне агротехники и на фоне старопашки в южной климатической зоне (табл. 26). Повышение уровня агротехники и фона плодородия снижает коэффициент водопотребления, что следует учитывать при расчетах оросительных норм и общего водопотребления.

Влияние влажности почвы на рост вегетативных частей и корневой системы. Рост надземных частей и корневой системы растения во многом определяется режимом орошения и доступными запасами влаги в почве.

Вопросы первичного поглощения питательных элементов корневыми клетками и передвижения их по растению изучены достаточно полно. Поступление почвенного раствора в растение определяется активностью корневой системы. У растений со стержневой корневой системой основная масса корней сосредоточена в почвенных горизонтах 0—40 — 0—50 см. Основное количество воды и минеральных солей поступает в растения именно из этих, наиболее плодородных горизонтов. Рост корневой системы в первый период вегетации проходит быстрее, чем надземной массы, а после фазы бутонизации,

Таблица 26

Коэффициент водопотребления по климатическим зонам при различной урожайности (по *В. Е. Ерженко*, 1956), м³ на 1 ц хлопка-сырца

Агротехнический фон	Климатическая зона	Урожай, ц/га				
		до 20	20—30	30—40	40—50	50—60
Хлопковая старопашка	Южная	280—322	240—300	200—240	175—200	155—175
	Центральная	243—280	209—261	174—209	152—174	135—152
	Северная	206—238	179—222	148—178	129—148	115—129
Пласт и оборот пласта трав	Южная	258—296	221—276	184—221	161—184	143—161
	Центральная	224—258	192—240	160—192	140—160	124—140
	Северная	189—219	136—204	136—164	119—136	106—119

когда уже почти полностью сформирована корневая система, начинают усиленно расти и надземные органы.

Многочисленные исследования подтвердили, что корневая система хлопчатника располагается к поверхности тем ближе и активных корневых волосков у нее тем больше, чем выше предполивная влажность почвы. Если же вегетационные поливы проводятся грузными поливными нормами с продолжительными межполивными периодами, то это приводит к иссушению верхних горизонтов, из которых корневая система с активными корневыми волосками начинает расти в направлении нижних неплодородных, но более увлажненных горизонтов.

Установлено, что между ростом главного стебля и корневой системы различных растений и числом поливов существует определенная закономерность. Уменьшение числа поливов вызывает снижение высоты надземной части и углубление корневой системы (рис. 12). Из табл. 27 видно, что при поддержании влажности почвы на уровне 85% ППВ высота стебля была на 16 см больше, а корневая система проникала только до глубины 81 см. При более жестком режиме влажности (не более 65% ППВ) высота главного стебля снизилась, а стержневой корень проник на глубину 109 см.

На рост корневой системы оказывает определенное влияние и уровень залегания грунтовых вод. Откопка корневой системы кенафа в колхозе «Политотдел» подтвердила, что при неглубоких грунтовых водах (0,8—1,2 м) в фазу бутонизации корни проникают к увлажненным горизонтам 50—60 см и потребляют недостающее количество воды. Корневые волоски доходят до грунтовых вод, и при недостатке воды в отдельные периоды жизни растения могут использовать близко расположенные пресные грунтовые воды. На участках с более глубокими грунтовыми водами (2,2—2 м) к увлажненным слоям почвы на глубину 120—135 см проникают только отдельные корневые волоски, а поэтому и использование грунтовых вод растениями уменьшается. Когда растения кенафа начинают цвести и формировать коробочки, дополнительного нарастания и углубления корней не наблюдается. Перед уборкой урожая глубина проникновения корней при одном поливе достигает 170 см, при двух — 145, трех — 140 и при четырех — 135 см.

Правильный режим орошения положительно влияет на рост надземной вегетативной и генеративной час-

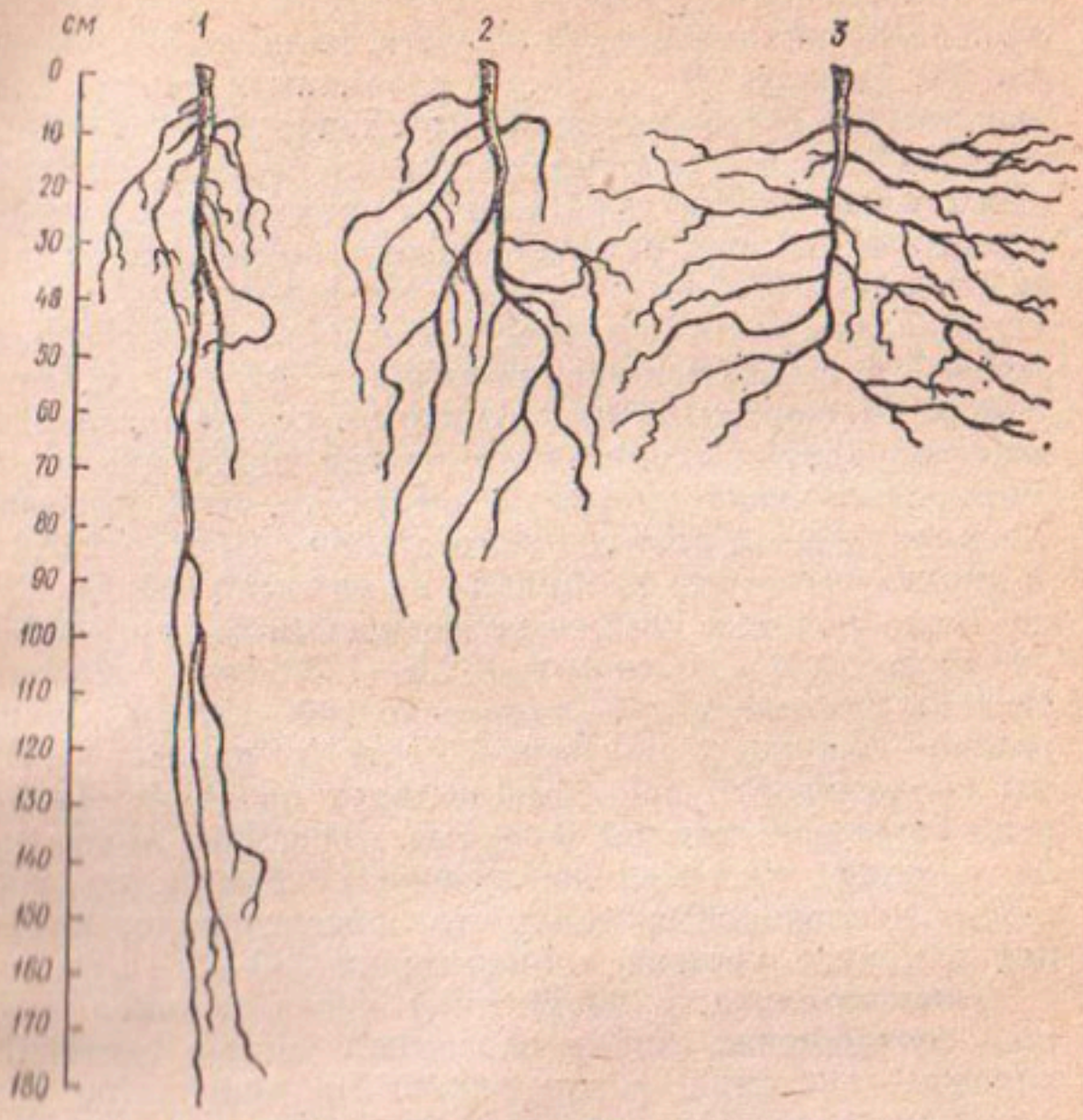


Рис. 12. Развитие корневой системы хлопчатника в зависимости от влажности почвы:
1 — низкая влажность; *2* — нормальная влажность; *3* — высокая влажность.

Таблица 27

Длина главного корня кенафа в зависимости от влажности почвы
(*В. Т. Лев*, 1963—1964)

Фаза вегетации	Влажность почвы, % ППВ	Высота стебля, см	Длина главного корня, см	Общая длина корней первого порядка, см
Бутонизация	65	108,6	49,0	348,4
	85	116,5	44,0	646,6
Техническая спелость	65	280,1	109,0	497,0
	85	296,5	81,4	1084,0

тей и корневой системы. В 1970—1974 гг. в Гузарском районе Кашкадарьинской области были проведены опыты (А. Аминов, В. Т. Лев) с различным числом поливов посевов средневолокнистого хлопчатника. Результаты показали, что рост надземной части и корневой системы хлопчатника определяется режимом орошения. Так, на 1/VIII при четырех поливах за вегетацию высота главного стебля была 47,5 см, а корневая система углублялась до 147 см, при шести поливах — соответственно 71,9 и 121 см, при семи поливах 73,6 и 89 см. Опыты с тонковолокнистым хлопчатником в Гагаринском районе Сурхандарьинской области также подтвердили, что увеличение числа поливов с шести до семи вызывало дополнительный рост главного стебля с 93,8 до 102,8 см, а корневая система проникала на глубину 186 см. Когда число поливов увеличили до восьми-десяти, высота главного стебля достигала 112,5—123,8 см, а корневая система уходила вглубь только до 100—120 см. Лучшие условия для роста надземной части и корневой системы складывались при семи поливах по схеме 1—5—1 с оросительной нормой 8—9 тыс $м^3$/га. При таком числе поливов установлено лучшее сочетание по росту стебля и корневой системы, что обеспечивало получение высокого урожая хлопка-сырца—36—37 ц/га.

Следовательно, с изменением числа поливов меняется соотношение между надземной частью растений и корневой системой, а это влияет на количество и качество урожая. При недостаточных поливах накопление урожая сдерживается, коробочки преждевременно раскрываются, получается недозрелое волокно с низкой прочностью, отмечены большие угары (отходы прядения) в текстильной промышленности. При избыточном числе поливов накапливается обильная вегетативная масса, плодовые элементы формируются с опозданием, созревание задерживается и очень часто основная масса урожая сдается пониженными сортами, что наносит ущерб народному хозяйству.

3. Влияние орошения на качество урожая

Искусственное орошение вносит коренные изменения в производство сырья для промышленности и продуктов питания для населения, так как наряду с повышением урожайности поливы влияют и на качество

продукции. Это происходит за счет усиленного роста и развития надземной части и корневой системы растений.

Установление правильного режима орошения для хлопчатника и кенафа обеспечивает накопление в растениях волокна хорошего качества и повышение сортности продукции. Сокращение поливов до оптимальных размеров для винограда, яблони, бахчевых культур повышает содержание сахара в плодах.

Такие нарушения установленного режима орошения, как недополивы и переполивы, могут привести к снижению урожайности, сортности, качества волокна, уменьшению сахаристости плодов, а это отрицательно скажется на экономике хозяйства. Влияние орошения на качество выращиваемой продукции можно видеть из данных, приведенных в табл. 28.

Таблица 28

Влияние режима орошения на урожайность и содержание сахара в плодах дыни (по *А. Пясецкому*, 1965—1967)

Влажность почвы, % НВ	Средняя урожайность		Содержание сахара, %	Оросительная норма, м³/га
	ц/га	%		
Контроль, 7 поливов за вегетацию	314,7	100,0	14,9	5049
60%, 6 поливов	252,0	73,4	15,9	4928
70%, 9 поливов	378,3	109,7	15,1	4941
80%, 12 поливов	428,9	124,4	14,2	5040

Избыточный режим орошения для бахчевых культур понижает содержание сахара в плодах на 1,7% и ухудшает их транспортабельность. Сокращение числа поливов овощных культур также вызывает ухудшение их качества, плоды бывают мелкие, нестандартные, с повышенным содержанием кислот, а при недостаточных поливах огурцы становятся горькими. При избыточном орошении виноградников сахаристость сока ягод резко падает.

Увеличение числа поливов и поливных норм вызывает запаздывание в созревании и снижение урожайности хлопчатника. Сортность сдаваемого хлопка-сыр-

ца также снижается из-за уменьшения прочности волокна.

Уменьшение числа поливов сокращает накопление плодовых элементов, и урожай снижается. И хотя раскрытие коробочек будет ранним, семена в них остаются недозрелыми, а волокно с пониженной разрывной прочностью. Технологические свойства волокна во многом зависят от обеспеченности растений доступной влагой. Сокращение числа поливов только в фазу цветения — плодообразования хлопчатника уменьшает длину волокна с 30,7 до 27—28 мм (М.Г.Колотов, 1959).

Интересные данные получены при определении технологических свойств волокна на средневолокнистом сорте 108-Ф в Каршинской степи при различном режиме орошения. С повышением предполивной влажности от 70 до 75% ППВ, оросительной нормой 7,1 тыс м³/га качество волокна улучшалось: длина 30,8 мм, крепость 4,7 г, разрывная длина 30,8 км. Как сокращение оросительной нормы, так и увеличение отрицательно отражается на технологических свойствах волокна. У тонковолокнистого хлопчатника в Сурхан-Шерабадской степи обнаружена общая закономерность — недополивы, так же как и переполивы, отрицательно сказываются не только на валовом сборе, но и на технологических свойствах волокна. Высокие показатели по длине, крепости и разрывной длине волокна получены при поддержании предполивной влажности 70—75—70% ППВ, оросительная норма 8,5—9 тыс. м³/га (табл. 29).

ГЛАВА VII. ПЛАНИРОВКА ПОЛИВНЫХ УЧАСТКОВ

1. Виды и назначение планировочных работ

Планировка на орошаемых землях обеспечивает равномерное распределение воды и увлажнение почвы на расчетный слой заданной поливной нормой. Одним из важнейших приемов повышения коэффициента использования воды, земли и урожайности возделываемых культур является выровненность поля и наличие уклонов.

Большая часть орошаемых земель в Средней Азии засолена и нуждается в промывных поливах. Существенную роль в борьбе с засолением играет планировка, так как качество промывки находится в прямой зависимости от характера выровненности промываемого

Таблица 29

Технологические свойства хлопкового волокна в зависимости от режима орошения (по *В. Т. Льву, Д. Хасанову*)

Влажность, % ППВ	Оросительная норма, м³/га	Средневолокнистый сорт 108-Ф 1972—1973 гг.			Оросительная норма, м³/га	Тонковолокнистый сорт 5904-И 1976-1978 гг.		
		Длина волокна, мм	Разрывная нагрузка, г	Разрывная длина, км		Длина волокна, мм	Разрывная нагрузка, г	Разрывная длина, км
65—65—60	4800	30,6	2,8	26,3	6650	33,7	4,9	28,4
70—75—70	7120	30,8	4,7	30,8	8540	36,1	5,4	32,0
75—80—75	10080	30,1	4,1	27,6	9600	34,0	5,1	28,9

поля. Повысить промывное действие воды до 14—16 кг солей на 1 м³ можно только на хорошо спланированных полях. Наличие бугров, неровностей снижает промывное действие воды, а если из повышенных мест не вымываются соли, то такая промывка не дает ожидаемых результатов. Урожайность хлопка-сырца на забугренных и недостаточно промытых участках снижается до 6—10 ц/га из-за высокого содержания солей в почве.

Вот почему качественная планировка полей остается одним из главных мелиоративных мероприятий, направленных на рассоление земель.

На хорошо спланированных полях почва увлажняется на заданную глубину, а это способствует более полному использованию средств механизации для последующей ее обработки.

На неспланированных землях во время посева семена заделываются неравномерно, всходы появляются недружные, отстают в росте и развитии, урожай накапливается неравномерно. Работа тракторов и сельскохозяйственных машин на междурядных обработках осложняется из-за неравномерного поспевания почвы на пониженных и забугренных участках борозд, а это усиливает потери воды из почвы на испарение. На невыровненных участках минеральные удобрения распределяются неравномерно и частично смываются. Все это вызывает еще большую пестроту в росте, развитии растений и накоплении урожая.

Различная степень выровненности поля отрицательно влияет и на продолжительность полива, а соответственно, и на наступление спелости почвы, что приводит к пересушенности или переувлажненности почвы, ухудшает качество рыхления в период вегетации.

На плохо спланированных почвах рабочие органы во время культивации работают с перенапряжением, образуют глыбы или выворачивают переувлажненную почву, вследствие чего увеличивается испарение влаги и повреждается корневая система растений.

Задержка с междурядной обработкой почвы после поливов приводит к излишним потерям воды на испарение, к ухудшению роста и развития растений. По данным СоюзНИХИ, запаздывание с проведением культиваций на четыре-шесть дней после наступления спелости почвы снижает урожай хлопка на 20—25%.

Многолетней практикой подмечено, что на плохо

спланированных участках, особенно в пониженных и повышенных местах, растения плохо используют минеральные удобрения. Если учесть, что площади забугрений и понижений часто достигают 30—40%, то станет ясно, какой большой ущерб урожаю может принести невыровненное поле. На неспланированных участках поливные нормы в период вегетации возрастают в 1,5—2 раза, достигая 1500—2000 м³/га, а оросительные — до 10—12 тыс. м³/га. Завышенные поливные и оросительные нормы питают грунтовые воды, уровень которых поднимается, ухудшая мелиоративное состояние земель. Для пропашных культур, возделываемых при орошении, очень важно иметь хорошо спланированные земли, особенно при поливе напуском по полосам люцерны и по рисовым чекам. Данные о влиянии планировки земель на урожай сена люцерны и хлопка-сырца приведены в табл. 30.

Таблица 30

Влияние планировки земель на урожай сена люцерны и хлопка-сырца (по данным СоюзНИХИ, 1970), **ц/га**

Характеристика участка	Люцерна	Хлопчатник	
		1-й год	2-й год
Относительно ровный, неспланированный с трехлетним стоянием люцерны	76,0	39,5	35,7
Ранее забугренный, но затем спланированный с двухлетним стоянием люцерны	99,0	45,7	41,2

Кроме капитальной проводят текущую планировку, разравнивая съемные и разъемные борозды, остатки временных оросителей и другие неровности, ухудшающие качество полива. Хорошо спланированные участки позволяют механизировать междурядную обработку и получать прибавку урожая хлопка-сырца 3—4 ц/га.

Затраты на планировку окупаются экономией воды и рабочей силы, особенно при самом распространенном способе полива—поливе по бороздам.

На участках с механизированным поливом дождеванием капитальная планировка с большим объемом срезок и подсыпок не всегда бывает нужной. Вполне дос-

таточна террасовидная планировка на каждой террасе, чтобы не скапливалась поливная вода. Уклоны участка выбирают с учетом рельефа, механического состава почвы, способов и техники полива.

Поливные нормы на спланированных участках почти в два раза меньше, чем на неспланированных. На хорошо выровненных полях поливные нормы можно сократить и без особых затрат повысить урожай хлопка-сырца (табл. 31).

Таблица 31

Влияние выровненности поля на размер поливных норм и урожай хлопка-сырца (данные 1974 г.)

Хозяйство	Поливные нормы, м³/га		Урожай, ц/га		% к неспланированному полю
	до планировки	после планировки	до планировки	после планировки	
Совхоз «Пахта-арал»	2400	1000-1200	8,8	23,2	264
ЦОМС СоюзНИХИ	3000	1000-1200	6,8	24—32	530
АзНИХИ	2200	1300	19,0	25—30	158

Если на малоплодородном участке до планировки получали по 6—8 ц/га хлопка-сырца и затрачивали на поливы двойную норму воды, то после планировки урожай возрос более чем в два раза, а затраты воды значительно уменьшились. Следовательно, планировочные работы на орошаемых участках улучшают мелиоративное состояние земель, повышают коэффициенты использования воды и земли и урожайность. Различают следующие типы планировочных работ: планировка под горизонтальную плоскость, под наклонную плоскость, под топографическую поверхность.

Планировка под горизонтальную плоскость проводится с продольными уклонами 0,002—0,010 для полива сельскохозяйственных культур по бороздам, а при поливе напуском по полосам уклоны могут быть от 0,010 до 0,017. Планировка орошаемого участка под наклонную плоскость завершается на стадии приближения поля к естественному уклону. Планировка под топографическую поверхность предусматривает выравнивание микрорельефа — мелких неровностей, которые

мешают проведению полива по бороздам или полосам. При таком способе планировки максимально сохраняется рельеф поля.

От принятого способа планировочных работ и рельефа участка зависят объемы земляных работ, которые в среднем могут быть от 280 до 1200 м³ грунта на гектар осваиваемой площади.

На планировочных работах используют бульдозеры, грейдеры и скреперы с последующим выравниванием поля длиннобазовым планировщиком. Текущие планировочные работы выполняются прицепными и полунавесными длиннобазовыми планировщиками. Выравнивание длиннобазовыми прицепными планировщиками ведется по вспаханному полю. Планировщик, передвигаясь по полю, ковшом срезает грунт с повышенных элементов рельефа, перемещает и отсыпает его, заполняя пониженные места. Производительность длиннобазовых планировщиков ПА-3 и ВП-8 на выравнивании полей 10—12 га за смену. Производительность полунавесных планировщиков ПДН-10 5—6 га за смену. В условиях орошаемого земледелия эти планировщики более маневренны и удобны в работе, чем планировщики других марок.

Гребнистое поле, свальные и развальные борозды выравнивают прицепными планировщиками-волокушами МВ-6.

При выполнении планировочных работ внутри поливных участков учитывают значение рельефа и микрорельефа, уклоны местности и оросительной сети.

Под основным рельефом принято понимать горизонтальную плоскость поверхности поля. Макрорельеф — это крупные формы рельефа, определяющие общий облик большого участка земной поверхности (горные хребты, плоскогорья, равнины, низменности). Мезорельеф—формы рельефа, занимающие промежуточное положение между формами макрорельефа и микрорельефа. Микрорельеф — мелкие элементы рельефа, занимающие незначительные площади с колебаниями относительных высот в пределах не более 1 м (бугорки, валики, борозды, кочки, блюдца).

Во время планировки полей под пропашные культуры, поливаемые по бороздам, основной рельеф обычно не затрагивают, выравнивают только микрорельеф и придают участку однородный уклон. Если же на полив-

ном участке предполагается возделывать рис с затоплением чеков, полю придают горизонтальную плоскость, имеющую отклонения не более ± 5 см.

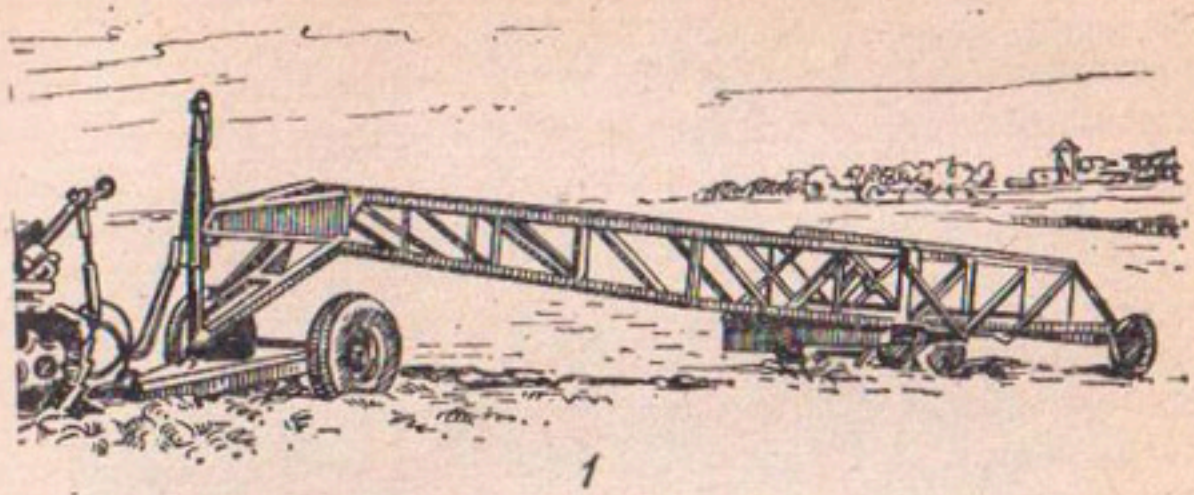
Объемы планировочных работ зависят во многом от уклонов местности; на орошаемых участках, предназначенных под пропашные культуры и выровненных под наклонную плоскость, рекомендуются уклоны в пределах 0,002—0,003. При такой планировке и уклонах участков можно нарезать удлиненные временные оросители и поливные борозды, и общая протяженность оросительной сети уменьшится. Уклоны постоянной участковой и временной оросительной сети должны быть в пределах 0,005 — 0,001. При таких уклонах можно обеспечить требуемую скорость движения воды, не допускающую заиления русла оросителя, избежать излишних потерь воды на фильтрацию и ухудшения мелиоративного состояния орошаемого поля.

2. Машины для планировочных работ

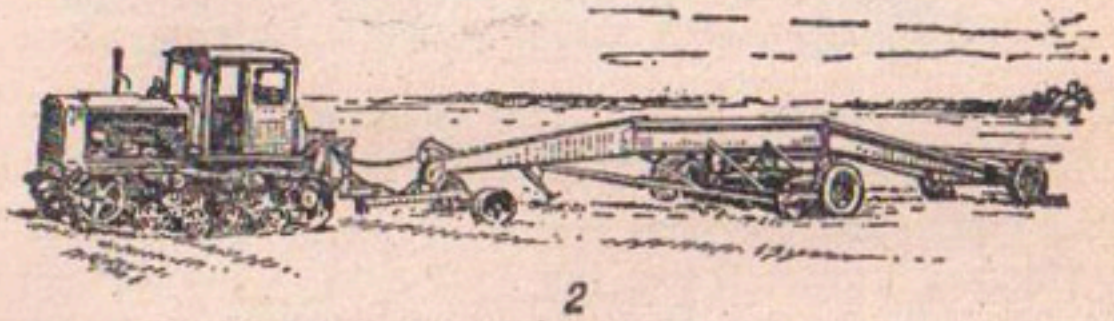
Для механизации планировочных работ в орошаемом земледелии применяется определенный набор машин: бульдозеры, скреперы, грейдеры, планировщики. Планировочные работы проходят три стадии: профилирование, придание уклонов и выравнивание поля. Грунт перемещают скреперами с различной емкостью ковша — от 2,25 до 8 м³. Скреперы бывают двухосные (Д-183Б) и четырехосные (Д-364, Д-458, Д-374 и Д-222А). Работают они с тракторами ДТ-54А, С-80 и С-100.

Для перемещения грунта на короткие расстояния применяются бульдозеры различных марок (Д-259А и Д-494 и др.), работающие на базе тракторов ДТ-54А, С-80 и С-100. Почву на планируемом поле выравнивают грейдерами, которые могут не только разравнивать поверхность поля, но и передвигать грунт на короткие расстояния. Грейдеры могут быть прицепные (Д-241 и Д-20Б), работающие с тракторами С-80 и С-100, и самоходные — Д-144. Грейдеры во время капитальной планировки орошаемых участков выполняют большие объемы работ.

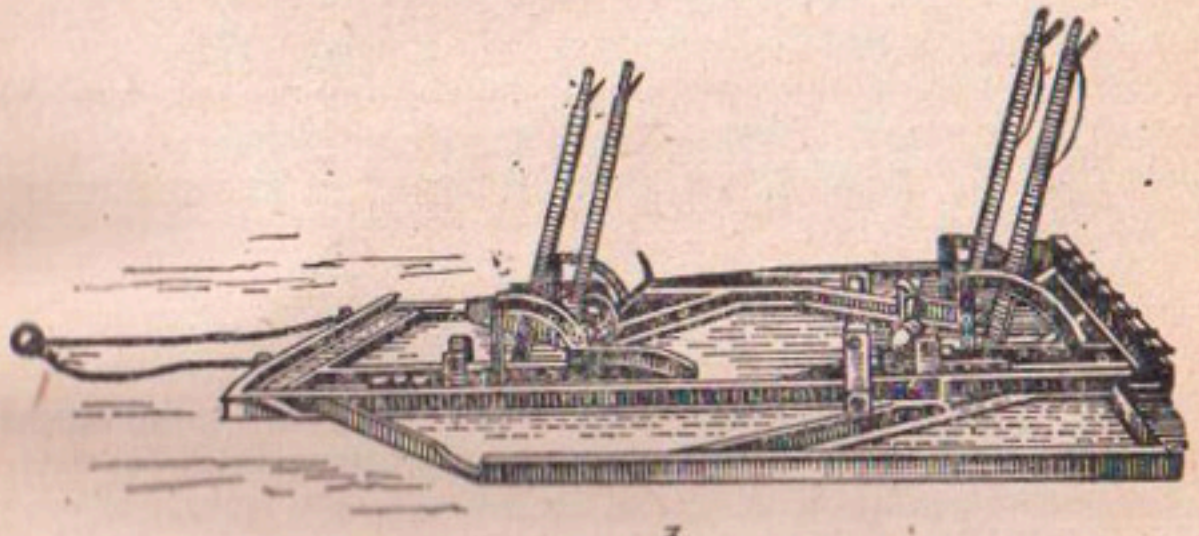
Профилирование выровненных участков проводится длиннобазовыми планировщиками, которые могут выравнивать микрорельеф автоматически, срезая грунт до 20 см и перемещая его в пониженные места (рис. 13).



1



2



3

Рис. 13. Машины для планировочных работ:
1— длиннобазовый планировщик П-2,8А; *2*— длиннобазовый планировщик ПА-3; *3*— планировщик-разравниватель ПР-1,5.

Длиннобазовые планировщики используют обычно после бульдозеров и скреперов. Планировщики бывают навесные (ПДН-4А, П-4Л, П-2,8А) и прицепные. Производительность их до 12 га за смену. К недостаткам планировщиков можно отнести большой радиус поворота и забивание грунта под раму.

Для текущей планировки почвы, выполняемой после зяблевой вспашки, используют грейдеры Д-20А, палодели КЗУ-0,35 со скреперной стенкой КПЧ-2 и КБН-

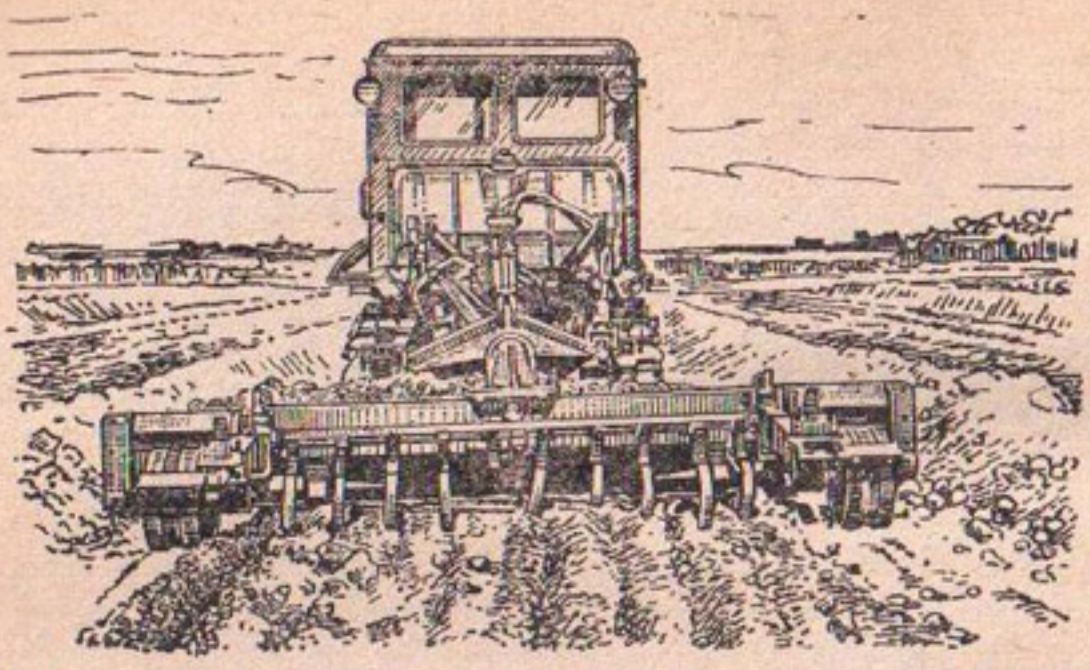


Рис. 14. Предпосевная планировка поля малой с одновременным рыхлением почвы грейдером-планировщиком ГН-4.

0,35, разравниватель свальных и развальных борозд. Планировку почвы перед посевом можно также проводить тяжелой малой ПМ, планировщиками-разравнивателями ПР-5 и ПВ-7,3 с одновременным рыхлением почвы грейдером-планировщиком ГН-4 (рис. 14).

В последнее время на выравнивании полей широко стали применять длиннобазовые планировщики, которые срезают бездонным ковшом грунт и перемещают в пониженные места.

3. Величина и форма поливных участков

Производительность труда на поливе и во время послеполивных обработок почвы тракторами и сельскохозяйственными машинами во многом определяется размерами поливных участков. До перехода на новую систему орошения в 1950 г. размеры поливных участков в старой зоне орошения не превышали 0,29—1,5 га, а в новой зоне—до 3,7 га. Объяснить измельченность поливных участков в те годы можно тем, что они в основном представляли старые единоличные наделы земли, по границам которых размещались насаждения шелковицы. К 1956 г. размеры поливных участков в старой зоне орошения увеличились до 3—4 га, в новой зоне—до 10 га. К 1974—1975 гг. отмечено дальнейшее укрупнение поливных участков: в старой зоне орошения — 5—6, в новой — 10—16 га. С увеличением размеров поливных

участков и переустройством внутрихозяйственной оросительной сети увеличился коэффициент земельного использования, экономнее стала расходоваться поливная вода, повысилась производительность труда на поливах.

Для инженерных оросительных систем в старой зоне орошения рекомендованы поливные участки прямоугольной формы площадью 12—15 га, в новой зоне орошения (Голодная, Джизакская, Каршинская и Сурхан-Шерабадская степи)—20—30 га. На укрупненных поливных участках можно вести поливы по удлиненным бороздам, сосредоточенным током, с применением поливных и дождевальных машин при высокой производительности труда.

ГЛАВА VIII. ОРОШЕНИЕ В НЕВЕГЕТАЦИОННЫЙ ПЕРИОД

1. Потребность в орошении в невегетационный период

Как уже говорилось, интенсивное ведение сельского хозяйства в засушливой зоне при ограниченных атмосферных осадках возможно только с применением регулярного орошения. В республиках Средней Азии возделываются ценные технические, продовольственные и кормовые культуры, но запасы воды здесь ограничены и распределены они по климатическим зонам крайне неравномерно. Если учесть, что большинство земель засолено или подвержено засолению и требует ежегодной промывки, то осуществить мероприятия по увеличению запасов воды для качественной допосевной обработки почвы, создать запасы влаги в почве для получения полноценных всходов и провести промывку засоленных земель возможно только при проведении поливов в невегетационный период — осенью, зимой и ранней весной.

Сельскохозяйственное производство на орошаемых землях высокорентабельно, здесь на 1 руб. затрат хозяйства получают до 10 руб. чистой прибыли. Чтобы добиться высокой окупаемости культур, выращиваемых на орошаемых землях при ограниченном количестве атмосферных осадков и запасах поливной воды, необходимо накапливающиеся воды использовать дифференцированно, поливы проводить в невегетационный и вегетационный периоды.

По количеству атмосферных осадков, длине вегетационного периода, средним температурам, испаряемости, сумме температур и источникам орошения территория Средней Азии разделена на климатические зоны, в которых орошение в невегетационный и вегетационный периоды имеет свои особенности.

На юге Узбекской ССР (Сурхандарьинская, Кашкадарьинская и Бухарская области), в Таджикской ССР и Туркменской ССР в осенне-зимний и ранневесенний периоды выпадает очень мало атмосферных осадков. Их недостаточно для пополнения дефицита влаги в почве и получения полноценных всходов. В летние месяцы на юге среднеазиатских республик атмосферные осадки не выпадают почти совсем, и это затрудняет проведение основной и предпосевной обработки почвы.

Для качественной основной обработки почвы, удаления из нее избыточного содержания солей и создания запасов влаги для получения всходов требуются специальные предпахотные, промывные, запасные и предпосевные поливы.

Необходимость пополнения запасов влаги в осенний и зимний периоды определяется и особенностью источников орошения как снегового, так и ледникового типов питания, у которых наибольшие расходы воды приходятся на ранневесенний период или конец лета—июль—август.

С окончанием вегетационных поливов и особенно после уборки урожая в пахотных горизонтах почвы запасы влаги очень маленькие, а это отрицательно сказывается на качестве осенне-зимних полевых работ. Значительно пересушенными бывают поля, вышедшие из-под многолетних трав. Перед распашкой они требуют обязательного предпахотного полива.

Низкое содержание влаги в пахотном и подпахотном горизонтах почвы и отсутствие осадков в осенний период затрудняют вспашку, и часто обработка почвы бывает не выдержана по глубине, а разделка ее глыбистая, грубокомковатая, требующая дополнительных затрат при подготовке к посеву.

Незначительное количество атмосферных осадков (120—200 мм в год) при высокой испаряемости влаги с поверхности почвы затрудняет также получение полноценных всходов и требует проведения подпитывающих поливов. Если же источники орошения в этих рай-

онах принадлежат к ледниковому типу питания, то воды весной в них мало, создаются затруднения с проведением подпитывающих поливов, режим орошения в вегетационный период нарушается, урожайность сельскохозяйственных культур снижается. Следовательно, в условиях орошаемого земледелия юга Узбекистана, Таджикистана и Туркмении обязательны поливы в невегетационный период. За осенне-зимнее и весеннее время проводятся следующие поливы: предпахотные, промывные, запасные, предпосевные и подпитывающие.

2. Поливы предпахотные, промывные, запасные, предпосевные и подпитывающие

Предпахотные поливы. Высокие урожаи хлопчатника и других сельскохозяйственных культур во многом зависят от качества зяблевой вспашки. Чтобы выполнить качественно пахоту, в почве должен быть определенный запас влаги—не ниже 70—75% предельной полевой влагоемкости (ППВ). При таких запасах влаги достигается заданная глубина рыхления и хорошая разделка почвы. В конце вегетации после уборки урожая (октябрь—ноябрь) почва пересыхает и обеспечить высококачественную зяблевую вспашку не представляется возможным. Особенно пересушенными бывают пахотные горизонты на люцерниках, которые предстоит распахивать под пропашные культуры. Начинать зяблевую пахоту пересушенной почвы, вышедшей из-под хлопчатника или многолетних трав, практически нельзя. Вспашка пересушенной почвы создает большую комковатость, которая может сохраниться до посева и вызовет дополнительные затраты труда на ее разделку.

Повысить качество зяблевой пахоты помогают предпахотные поливы. Проводят их за 10—12 дней до пахоты, причем наибольшее значение они имеют в южной климатической зоне (Кашкадарьинская и Сурхандарьинская области), на почвах с глубокими грунтовыми водами. Перед поливом нарезают ок-арыки, полив ведут по бороздам, по которым проводились вегетационные поливы, или увлажняют почву напуском по полосам. Поливную норму рассчитывают на увлажнение пахотного горизонта, но она бывает обычно больше, учитывая потери воды на фильтрацию. На легких почвах вливают 700—800, на средних и тяжелых — 900—1000 м³ воды на 1 га.

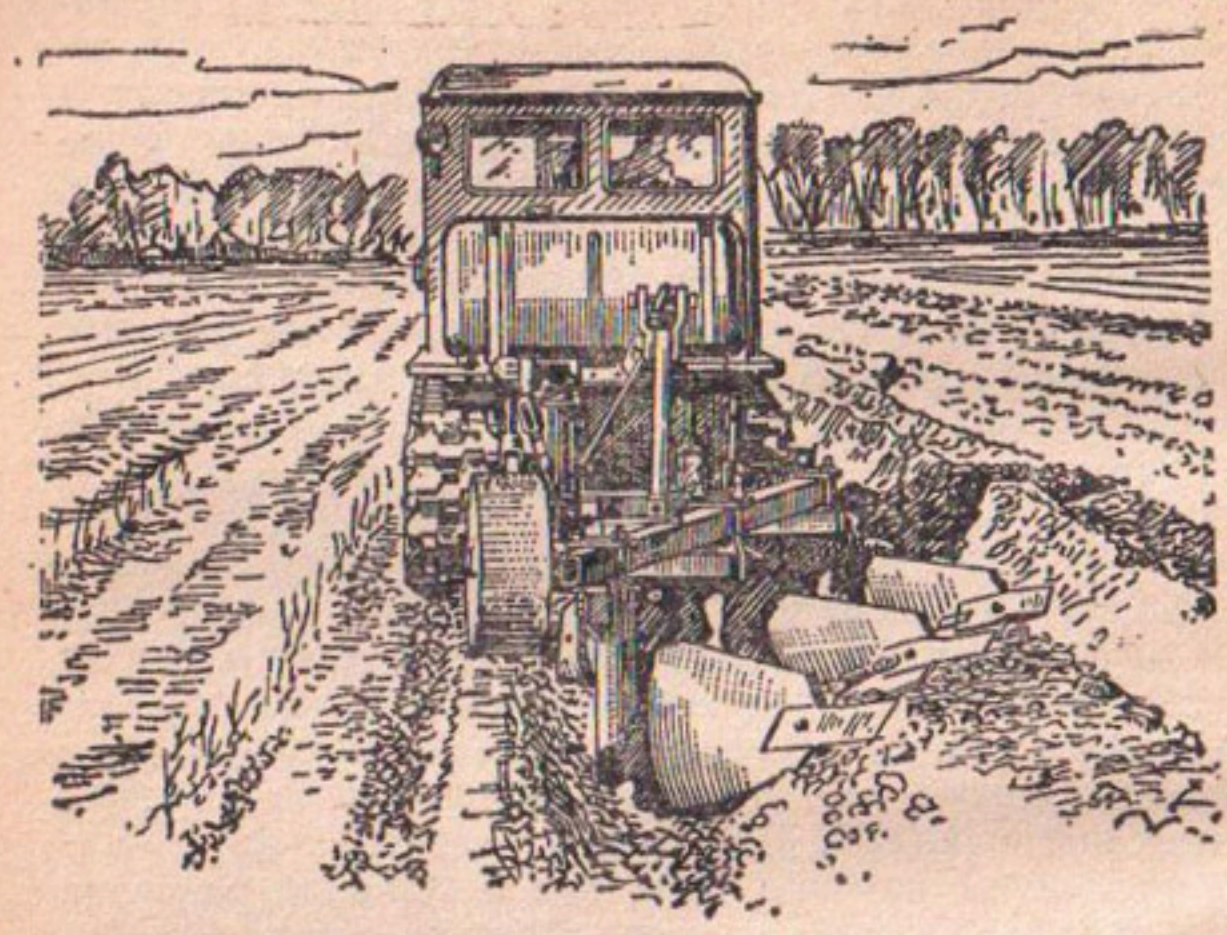


Рис. 15. Зяблевая вспашка на глубину 35 см после предпахотного полива.

С наступлением спелости почвы приступают к уборке гуза-паи, заравнивают ок-арыки и проводят зяблевую пахоту на заданную глубину (рис. 15). Завершив пахоту, заравнивают свальные и развальные борозды, чтобы в предпосевной период готовить почву к посеву с меньшими затратами ручного труда. Качественная разделка почвы, получение полноценных всходов обеспечивают прибавку урожая хлопка-сырца 2,5—3 ц/га, по сравнению с урожаем на полях, где предпахотные поливы не проводились.

Промывные поливы. Основным приемом борьбы с засолением почв для целого ряда орошаемых массивов Средней Азии являются профилактические промывки на фоне дренажа и высокого уровня агротехники.

Задача промывных поливов сводится главным образом к удалению избыточного содержания солей из почвы, но если промывные поливы проводятся в весенний период, то они могут служить и как запасные.

Промывные поливы проводятся почти на половине орошаемой площади, и необходимость в этом диктуется тем, что если при хорошей агротехнике хозяйства на незасоленных землях получают по 35—40 ц/га хлопка-сырца, то на слабозасоленных — только 25—30, на среднезасоленных —15—20 и на сильнозасоленных —10—12 ц/га. Ежегодные недоборы хлопка-сырца и другой сельскохозяйственной продукции, выращиваемой на засоленных землях, исчисляются тысячами тонн.

На орошаемых землях Узбекистана промывные поливы проводятся на площади около 1,2 млн. га. Особенно эффективны они на сильнозасоленных землях Хорезмской и Бухарской областей. В Хорезмской области только за 1960—1970 гг. на улучшение мелиоративного состояния земель израсходовано 92,2 млн. руб., протяженность коллекторно-дренажной сети увеличилась на 58% и достигла 4571 км. Строительство дренажа положительно сказалось на повышении урожайности хлопчатника. В 1953 г. при удельной протяженности дренажа 6,9 м/га урожайность хлопка-сырца составила 19,3 ц/га, в 1967 г. при увеличении протяженности дренажа до 26 м/га она возросла до 26 ц/га, а в 1977 г. с увеличением протяженности дренажа до 34,4 м/га урожайность повысилась до 40,9 ц/га.

Промывные поливы на засоленных землях Средней Азии особенно эффективны при хорошо работающем дренаже и глубоких грунтовых водах. Это служит основанием к увеличению дренированности засоленных почв. Удельная протяженность дренажа в Узбекской ССР к 1978 г. достигла 28,7 м/га, в Туркменской ССР —18,8, в Таджикской ССР —13,2 м/га.

В практике степень засоления почвы часто характеризуют по содержанию хлор-иона. Допустимое содержание хлор-иона в верхнем метровом слое для большинства засоленных почв Средней Азии не должно превышать 0,01% и только для низовий Амударьи— 0,02%.

Основные мелиоративные мероприятия, обеспечивающие получение высоких урожаев сельскохозяйственных культур на засоленных землях, сводятся к выбору оптимальных сроков промывных поливов, способов подготовки почвы, способов и норм промывки.

Лучшим сроком промывных поливов в Узбекистане считается осень, когда почва еще теплая, а грунтовые

воды залегают на большой глубине. В это время можно получить максимальное промывное действие воды при промывках, особенно в бездренажных условиях. В Каракалпакской АССР, Хорезмской и Бухарской областях из-за отсутствия осенью поливной воды засоленные земли промывают обычно в феврале—марте, и эффективность промывки снижается. Лучшие же сроки для промывных поливов в Хорезмской области и Каракалпакской АССР — 1—10 декабря, в Голодной степи и Ферганской долине — 15—30 декабря, в Бухарской, Сурхандарьинской и Кашкадарьинской областях — 15—25 января (табл. 32).

Не рекомендуется проводить промывные поливы, когда температура резко понижается и почва промерзает, растворение солей при этом затрудняется, а вода не впитывается.

Большое влияние на вымыв солей из почвы оказывает подготовка поля к промывке (рис. 16). На легких почвах с высокой водопроницаемостью промывные поливы можно проводить без дополнительного рыхления. На средних и тяжелых почвах с низкой водопроницаемостью для лучшего впитывания воды перед промывным поливом требуется вспашка или глубокое рыхление почвы.

Успех рассоления почв во многом зависит от правильного выбора способа промывки. На легких слабозасоленных почвах промывку ведут по бороздам, на тяжелых средне- и сильнозасоленных — по чекам (рис 17). Средние размеры чеков 0,10—0,15 га, на хорошо спланированных тяжелых почвах — 0,20 — 0,25 га. Промывные поливы проводят в несколько тактов, слой во-

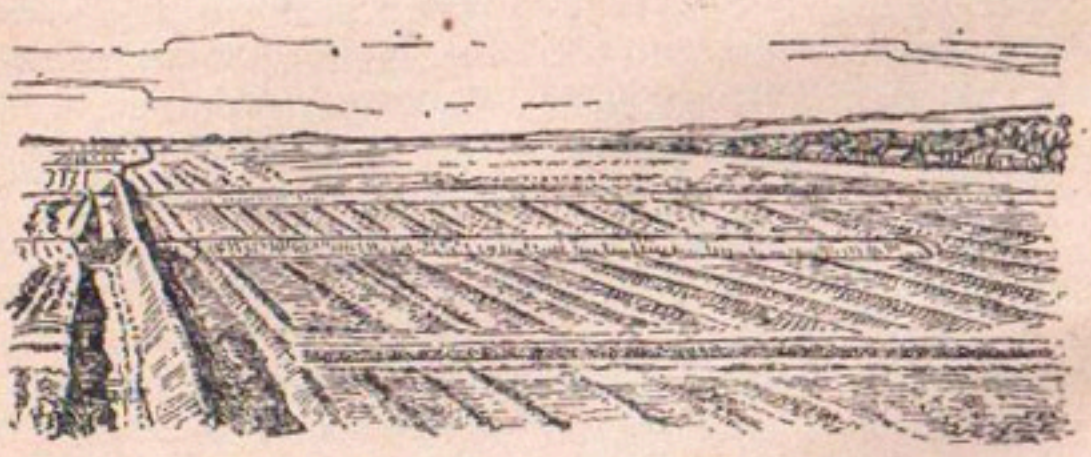


Рис. 16. Поле с нарезанными продольными и поперечными валиками, подготовленное к промывке.

Таблица 32

Оптимальные сроки и нормы профилактических промывных поливов на орошаемых землях Средней Азии, подверженных засолению (при наличии дренажа) (по *А. М. Капустину*, 1979)

Механический состав, характер строения и сложения почвогрунтов в зоне аэрации	Исходное содержание хлора в слое 0—100 см, %	Общая промывная норма, м³/га	Число промывок	Срок промывок
Голодная степь				
Средне- и легкосуглинистые однородные	0,01—0,04	3000—3500	1	X—XII
	0,10—0,20	3000—3500	1	
	0,04—0,10	3000—3500	1	
Слоистые, неоднородные	0,01—0,04	4000—5000	2	X—XII—I
	0,04—0,10	5000—6500	3	X—XII—I
	0,10—0,20	6500—8000	4	X—XII—I
Ферганская долина				
Легкие, слоистые	0,01—0,04	2000—2500	1	II—III
	0,04—0,10	2500—4000	2	II—III
Среднесуглинистые, слоистые, неоднородные	0,10—0,20	4000—5000	3	I—III
	0,01—0,04	3000—3500	1	I—III
	0,04—0,10	3500—5000	2	I—III
Глинистые и тяжелосуглинистые, однородные и слоистые	0,10—0,20	5000—6500	3	I—III
	0,01—0,04	4000—5000	2	XII—II
	0,04—0,10	5000—6500	3	XII—II
	0,10—0,20	6500—8000	4	XII—II
ККАССР и Хорезмская обл. УзССР Ташаузская, Чарджоуская обл. ТССР				
Легкие, слоистые	0,01—0,04	3000—3500	2	III
	0,04—0,10	3500—5000	3	III
Среднесуглинистые, слоистые, неоднородные	0,10—0,20	5000—6500	4	II—III
	0,01—0,04	4000—5000	3	X—XII
	0,04—0,10	5000—6500	4	(2/3 промывной
Глинистые и тяжелосуглинистые, однородные и слоистые	0,10—0,20	6500—8000	5	нормы дается
	0,01—0,04	5000—6000	4	в осенне-зим-
	0,04—0,10	6000—7500	5	ний период,
	0,10—0,20	7500—9000	0	1/3-весной)
Каршинская и Сурхан-Шерабадская степи, засоленные земли Таджикистана, Марыйской и Ашхабадской обл. ТССР				
Легкие, слоистые	0,01—0,04	3000—3500	2	III
	0,04—0,10	3500—5000	2—3	II—III
Среднесуглинистые, слоистые, неоднородные	0,10—0,20	5000—6500	3	II—III
	0,01—0,04	4000—5000	3	X—XII
	0,04—0,10	5000—6500	4	(2/3 промывной
Глинистые и тяжелосуглинистые, однородные и слоистые	0,10—0,20	6500—8000	5	нормы дается
	0,01—0,04	5000—6000	3	в осенне-зим-
	0,04—0,10	6000—7500	4	ний период,
	0,10—0,20	7500—9000	5	1/3-весной)

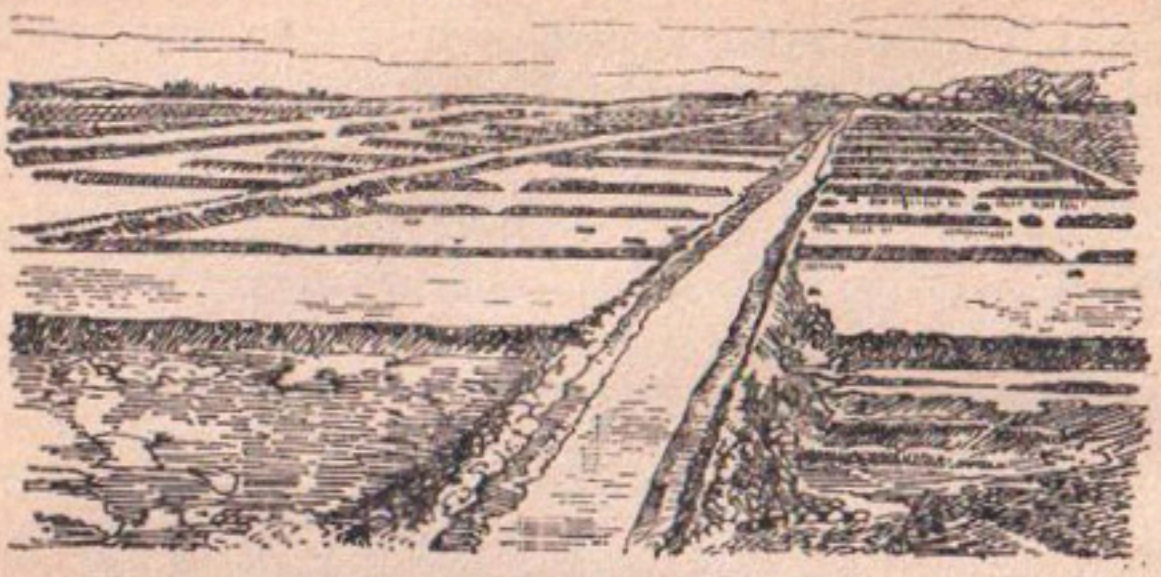


Рис. 17. Промывка засоленных земель по мелким чекам с временным дренажем на участке промывки.

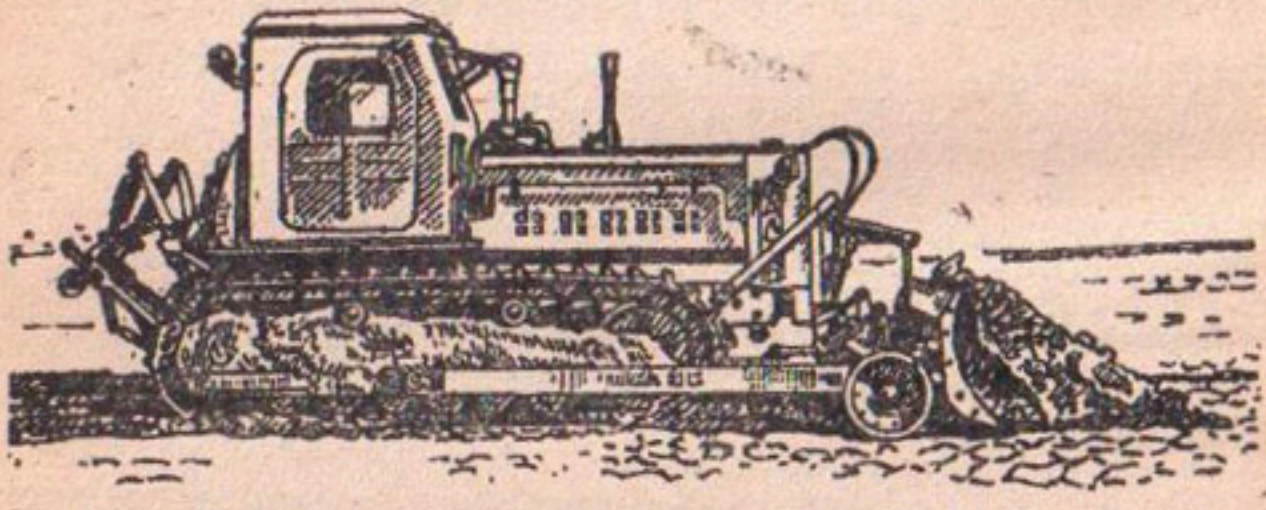


Рис. 18. Разравнивание чековых валиков после промывного полива (ПР-0,5).

ды в чеках поддерживают в пределах 15—20 см, что равно 1500—2000 м³/га. Чековые валики после полива разравнивают планировщиком-разравнителем ПР-0,5 (рис. 18).

Промывные нормы зависят от степени засоления почвы, химического состава солей, механического состава и сложения почвогрунтов, температуры и влажности почвы. Производству рекомендованы следующие промывные нормы: для супесчаных легкосуглинистых слабозасоленных почв—1500—2000 м³/га при одном поливе; для тяжелосуглинистых среднезасоленных почв — 3000—5000 м³/га при двух или трех поливах и для тяжелых сильнозасоленных почв в условиях хорошо действующего дренажа—6000—9000 м³/га при трех-четырех поливах.

Следует особо подчеркнуть, что опреснение почвы

нарастает с увеличением промывной нормы. После однократной промывки нормой 1200 м³/га содержание хлора уменьшается наполовину. При двукратной промывке содержание солей снижается в 1,3 раза, при трехкратной — в два раза, при четырехкратной — в 2,4 раза. Для расчетов промывной нормы в производственных условиях А. Е. Нерозиным (1957) рекомендована следующая формула:

$$M=(П-m)+\frac{S}{K}-A+n,$$

где M — норма промывки, м³/га; $П$ — 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 соли, м³/га; S — количество хлора, подлежащего вымыву из расчетного слоя почвы, кг/га; K — коэффициент промывного действия воды (по хлору), кг/га на 1 м³ воды; A — осадки, поступающие в почву за период от начала промывки до сева, м³/га; n — потери воды на испарение за тот же период, м³/га.

Количество солей (хлора), которое требуется вымыть из почвы, определяется следующим расчетом:

$$S=h\cdot\alpha(z-z_1)\cdot 1000,$$

где S — количество солей, подлежащее вымыву, кг/га; h — расчетный слой почвы, м; α — объемная масса почвы, г/см³ (или т/м³); $z-z_1$ — исходное (до промывки) и допустимое после промывки содержание хлора в почве, % к массе почвы; 1000 — множитель для перевода тонн в килограммы.

Результаты промывки оценивают по рассолению почвы и грунтовых вод. Коэффициент промывного действия воды K по хлор-иону в расчетном слое почвы определяют по соотношению:

$$K=\frac{S}{M_в},$$

где K — количество хлора, вымываемого 1 м³ воды из расчетного слоя почвы при увлажнении ее сверх полевой влагоемкости, кг/га; S — количество вымытого из расчетного слоя почвы хлора, кг/га; M — норма воды при вытеснении хлора из того же слоя, м³/га.

По данным СоюзНИХИ, коэффициенты промывного

действия воды зависят от механического состава почвы. Для средних суглинистых почв, содержащих 0,07% хлор-иона, коэффициент промывного действия 1,3 — 3,8 кг на 1 м³ воды. При увеличении содержания солей до 0,15 — 0,25% промывное действие воды возрастает до 2,9—5,8 кг. На тяжелых глинистых почвах при таком же засолении промывное действие воды уменьшается: при 0,07% хлор-иона — до 1,0—2,9 кг, при 0,15—0,25% — 1,8—4,7 кг на 1 м³ воды.

Запасные поливы проводятся особенно широко на юге орошаемых районов Узбекистана под посевы хлопчатника. Необходимость таких поливов и в других республиках Средней Азии, в Закавказье, Крыму и Нечерноземной полосе объясняется недостаточным количеством влаги, накапливающейся в почве за осенне-зимний период. Эффективность запасных поливов особенно высока в районах, где выпадает не более 200 мм осадков в год. Пополнение запасов влаги в почве, особенно при глубоких грунтовых водах и при снеговом и ледниковом типе питания рек, во всех районах хлопкосеяния обеспечивает получение полноценных всходов, отсрочку с проведением первого вегетационного полива на 5—6 дней, оптимальный рост и развитие растений и накопление высокого урожая хлопка-сырца. Запасные поливы проводят в феврале и в начале марта. В более поздние сроки они малоэффективны. Не рекомендуется назначать запасные поливы при близках (1—1,5 м) грунтовых водах. Запасные поливы проводят по бороздам и очень редко напуском по полосам.

Норму воды для запасного полива можно рассчитать по формуле С. Н. Рыжова:

$$M = П - (З + К \cdot О),$$

где M — размер поливной нормы для запасного полива, м³/га; $П$ — полевая влагоемкость расчетного слоя почвы, м³/га; $З$ — запас почвенной влаги в том же слое на момент проведения запасного полива, м³/га; $К$ — коэффициент, характеризующий количество воды в почве от атмосферных осадков за вычетом стока и испарений, равный обычно 0,5; $О$ — количество осадков, выпавших в невегетационный период, м³/га.

На легких песчаных и супесчаных почвах с дренирующими прослойками поливы проводят в ранневесенний период с таким расчетом, чтобы к началу посева

наступило спелое состояние почвы. Нормы запасных поливов с учетом почвенных разностей могут быть следующие: на легких почвах — 1000 — 1200, на средних — 1200 —1600, на тяжелых — 1800—2000 м³/га.

Запасные поливы на легких и средних по механическому составу почвах проводят до зяблевой вспашки, на тяжелых, чтобы повысить водопроницаемость, перед поливом требуется глубокое рыхление. После запасных поливов возможно повышение температуры почвы и потери влаги на испарение. Поэтому с наступлением спелости почвы влагу закрывают боронованием или дискованием.

Запасные поливы под хлопчатник на юге Узбекистана обеспечивают прибавку урожая хлопка-сырца 2—4 ц/га.

Эффективность запасных поливов на семенной люцерне в Каракалпакской АССР проверялась А. Журавлевым и М. Жумановым в 1972—1974 гг. По их данным, на засоленных почвах северной зоны Каракалпакии запасные поливы нормой 1500 м³/га способствуют рассолению почвы и созданию хороших запасов влаги. Определение запасов влаги в почве весной во время отрастания люцерны показало, что там, где проводился запасной полив, в слое 0—100 см ее было 89,7—92,4% ППВ, а на поле, где запасной полив не проводился,— только 79—81% или на 10—11% меньше. Наряду с равномерным распределением и использованием поливной воды в осенний и зимний периоды и сокращением запасов солей в почве, запасные поливы обеспечивают получение и более высоких урожаев семян люцерны — в пределах 7,5 ц/га.

Предпосевные поливы. В южных районах Узбекистана, Туркмении и Таджикистана, где в осенне-зимний и ранневесенний периоды выпадает не более 80—120 мм осадков, из которых 40—50% не попадает в почву, а испаряется, накопить достаточное количество влаги в почве для получения полноценных всходов практически невозможно.

Перед посевом в хлопкосеющих районах южной климатической зоны влажность пахотного горизонта не превышает 10—12% от массы почвы или 50—56% ППВ. При таких запасах влаги получить всходы без подпитывающего полива нельзя. На тяжелых по механическому составу почвах проведение подпитывающих поливов

затруднено, так как образуется мощная почвенная корка, которая вызывает гибель проростков. В Кашкадарьинской и Сурхандарьинской областях целесообразнее из запасов воды, накапливаемых в водохранилищах, выделять по 1300—1600 м³/га на предпосевные поливы, взамен подпитывающих.

Предпосевные поливы преследуют цель накопить влагу в почве до посева и создать благоприятные условия для получения дружных полноценных всходов. Проводятся они за 10—12 дней до посева. Предпосевные поливы могут выполнять функции и провокационных, так как пополнение запасов влаги в почве создает хорошие условия для прорастания семян сорняков, которые затем уничтожаются при подготовке почвы к посеву. В связи с уменьшением засоренности полей сокращаются затраты труда на прополках сорняков. Получение дружных полноценных всходов обеспечивает прибавку урожая хлопка-сырца 6—7 ц/га.

Производственные испытания предпосевных поливов взамен подпитывающих в Гагаринском районе Сурхандарьинской области показали, что на полях, где предпосевные поливы не проводились, влажность пахотного горизонта не превышала 50—57% ППВ. При посеве в такую почву полноценные всходы получить не удалось, пришлось дать подпитывающий полив. Всходы оказались изреженными, зато буйно отрастали сорняки. На полях, получивших предпосевной полив, влажность почвы повысилась до 75,4 — 80,2%. Перед посевом взошедшие сорняки уничтожили сплошной обработкой и получили полноценные всходы хлопчатника. На полях, где проводился предпосевной полив, наблюдался забег в росте и развитии растений хлопчатника, накопление коробочек шло усиленными темпами. Предпосевной полив обеспечил отсрочку первого вегетационного полива. При равной поливной норме на вариантах, где проводился предпосевной полив, собрано по 36—38 ц/га тонковолокнистого хлопка-сырца, а там, где был дан подпитывающий — только 27 ц/га (табл. 33).

В Сурхандарьинской и Кашкадарьинской областях предпосевные поливы проводят в основном по бороздам. На почвах с низкой водопроницаемостью и при больших уклонах поливные борозды нарезают на расстоянии 60 см, а на почвах с малыми уклонами и большой водопроницаемостью — на расстоянии 90 см. Поливные бо-

Таблица 33

Влияние предпосевных поливов на урожай тонковолокнистого хлопка-сырца (по *В. Т. Льву* и *Б. Мирзаеву*, 1973—1975)

Варианты опыта	Поливная норма, м³/га	Густота стояния, тыс. шт. га	Высота растений на 1.IX, см	Число коробочек на 1 растение, шт.	Урожай, ц/га	Себестоимость 1 ц хлопка, руб.
Подпитывающий полив (контроль)	1200	80,1	78,1	12,4	27,0	43
Предпосевной полив 15.III	1250	100,5	82,7	12,6	29,6	40
Предпосевной полив 25.III	1700	110,6	94,6	13,8	36,0	34
Предпосевной полив 30.III.	1800	115,0	97,4	14,2	38,2	32

розды нарезают тракторными культиваторами с окучником на глубину 16—18 см.

Нормы предпосевных поливов зависят от содержания влаги в почве и механического состава почв: на тяжелых почвах сероземного типа они составляют 1500—1600, а на песчаных, супесчаных и легкосуглинистых почвах, обладающих небольшой влагоемкостью,—1000—1200 м³/га.

В Гузарском районе Кашкадарьинской области хороший эффект от предпосевных поливов по бороздам поливными нормами 1200 м³/га получают при проведении их не раньше 20 марта и не позднее 5 апреля. В Гагаринском районе Сурхандарьинской области при проведении предпосевных поливов в середине марта нормой 1000—1200 м³/га были получены полноценные всходы, в допосевной период уничтожены сорняки, собрано по 27—31 ц/га хлопка-сырца. Если же предпосевные поливы проводились в конце марта или начале апреля более повышенной нормой (1600—1800 м³/га), урожай хлопка-сырца достигал 31,2—34,6 ц/га.

Дальнейшие исследования (Б. Мирзаев) оптимальных сроков предпосевных поливов подтвердили эти данные. В совхозе им. А. Набиева Гагаринского района в бригаде З. Артыкова полив был проведен нормой 1600—1800 м³/га 15—17 марта и собрано 31,9 ц/га хлопка-сыр-

ца. Если же предпосевной полив давали спустя 10 дней, т. е. 26—27 марта, то урожай возрастал до 34,8 ц/га. В совхозе «Советабад» в бригаде Р. Алтыбаева при поливной норме 1600—1800 м³/га, влитой 15 марта, урожай достиг 35,8 ц/га, а на участке, где предпосевной полив был дан 22 марта, получено 38,4 ц/га, при поливе 30 марта — 41,4 ц/га. В совхозе «Комсомолабад» в бригаде Т. Хакимова предпосевные поливы под тонковолокнистый хлопчатник также оказались эффективными при таких же поливных нормах и сроках, урожай хлопка-сырца составил соответственно 29, 30,6 и 34,6 ц/га.

Таким образом, в южных районах Узбекистана оптимальным сроком предпосевных поливов является 25 марта — 5 апреля, поливные нормы от 1200 до 1600—1800 м³/га.

При таких сроках и поливных нормах можно получить полноценные всходы без подпитывающих поливов, вести эффективные агротехнические меры борьбы с сорняками, рационально использовать накопленную влагу в период вегетации и получить значительную прибавку урожая хлопка-сырца.

Предпосевные, они же и провокационные, поливы особенно эффективны при выращивании овощных культур.

Предпосевные поливы дают возможность более рационально использовать в ранневесенний период воду, поступающую от таяния снега и обильных дождей, на орошение. Число вегетационных поливов можно сократить и оттянуть их на более поздние сроки.

Подпитывающие поливы. В условиях орошаемого земледелия часто в допосевной период проводятся многократные обработки почвы, чтобы разрыхлить уплотняющийся верхний слой или уничтожить сорняки. После обработки запасы влаги в почве теряются. Если при посеве семена ложатся в пересохшую почву и влаги для своевременного получения полноценных всходов недостаточно, сразу после посева назначают подпитывающий полив. Во время посева на сеялке устанавливают окучники, которые нарезают неглубокие поливные борозды (10—12 см). Подпитывающий полив дают через борозду, поливная норма 600—800 м³/га. Во время подпитывающего полива нельзя допускать затопления и смыва почвы, так как это вызовет образование почвенной кор-

ки и гибель всходов. Почвенную корку разрушают междурядными обработками ротационными звездочками или повторным проведением подпитывающих поливов.

ГЛАВА IX. РЕЖИМ ОРОШЕНИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР

1. Факторы, определяющие размеры поливных и оросительных норм

Под *режимом орошения* сельскохозяйственных культур понимают распределение числа поливов по фазам развития растений, установление размеров поливных и оросительных норм и оптимальных сроков поливов. Режимы орошения устанавливают с учетом водно-физических свойств почв, их механического состава. Для определения общих запасов доступной влаги в почве достаточно показать полевую влагоемкость и влажность завядания, но оптимальная влажность для растений находится в 1,3—1,5 раза выше показателей коэффициентов завядания. Для различных по механическому составу почв важное значение имеют запасы почвенной влаги от полива к поливу (табл. 34).

Таблица 34

Полевая влагоемкость и коэффициент завядания для орошаемых почв различного механического состава (*В. Т. Лев*, 1974)

Характеристика почв по механическому составу	Коэффициент завядания (КЗ) %	Сероземные и луговые почвы; грунтовые воды ниже 1,5 м		Лугово-болотные почвы, грунтовые воды выше 1 м	
		Полевая влагоемкость, %			
		к массе почвы	поливная норма, м³/га	к массе почвы	поливная норма, м³/га
Глинистые	12—15	25	1200	28	1400
Тяжелосуглинистые	9—10	22	1000	25	1100
Среднесуглинистые	8—9	19	900	22	1000
Легкосуглинистые	7—8	16	800	19	900
Супесчаные	4—6	13	700	16	800
Песчаные	2—3	10	500	12	600

В зависимости от показателей влагоемкости почвы устанавливают размеры поливных и оросительных норм; даже при равной объемной массе для насыщения почвы до полной влагоемкости требуется неодинаковое количество воды.

Урожаи хлопка-сырца, стебля и семян кенафа, кукурузы, люцерны и кормовых культур во многом зависят от режима орошения. Объяснить столь большое значение поливных режимов в условиях засушливых зон для получения высоких урожаев можно тем, что растения в период вегетации расходуют воды больше, чем других элементов питания. Оптимальный рост и развитие растений определяются количеством, сроками и нормами воды, подаваемой на поля. Из поданного количества воды складывается величина транспирации и испарения влаги с поверхности почвы, от этого зависят величина и качество урожая.

Потребность сельскохозяйственных растений в воде определяется климатическими зонами, составом почвогрунтов, рельефом местности, уровнем грунтовых вод и их минерализацией, видовыми и сортовыми особенностями выращиваемых культур и потреблением воды по фазам развития растений.

На режим орошения сельскохозяйственных культур оказывают влияние размеры поливных участков, способы и техника поливов, плановость использования воды, а также уровень агротехники и механизации.

Более правильно установить режим орошения для сельскохозяйственных культур можно в том случае, если он будет учитывать комплекс агротехнических мероприятий, обработку почвы, дозы и соотношения минеральных удобрений, сортовые особенности выращиваемых растений и величину их водопотребления.

Размеры орошения сельскохозяйственных культур в период вегетации определяются также наличием доступной воды в источниках и условиями распределения ее по крупным земельным массивам.

Чтобы более правильно установить режим орошения сельскохозяйственных культур, вся орошаемая территория Средней Азии распределена на климатические зоны и гидрогеологические районы. Краткая характеристика каждой климатической зоны дана ниже.

В северной климатической зоне про-

должительность вегетационного периода не превышает 200 дней, среднегодовая температура воздуха +12,5°С, наиболее теплого месяца июля 25—26°С, сумма температур за апрель — октябрь 3800—3900°С, испаряемость до 1500 мм. Территориально эта зона охватывает орошаемые районы Каракалпакской АССР, Хорезмскую область, северные и предгорные районы Ташкентской и Самаркандской областей

В центральной климатической зоне вегетационный период продолжается 200—220 дней, сумма температур 4000—4200°С, среднегодовая температура воздуха 12,5—13,5°С, средняя температура июля 26—30°С, испаряемость 1500—1700 мм в год. Более продолжительный вегетационный период позволяет здесь выращивать среднеспелые сорта сельскохозяйственных культур и тонковолокнистые сорта хлопчатника. Территориально эта зона охватывает Ферганскую долину, Ташкентскую, Сырдарьинскую, Самаркандскую, Джизакскую и северные районы Бухарской, Кашкадарьинской и Сурхандарьинской областей.

В южной климатической зоне продолжительность вегетационного периода 240—260 дней, сумма температур 4600—5000°С, среднегодовая температура воздуха 14,5—15°С, средняя температура июля 32—33°С (Термез, Шерабад), испаряемость влаги 1800—2000 мм. Осадков выпадает очень мало. Возделываются в основном позднеспелые сорта растений и тонковолокнистые сорта хлопчатника. Территориально эта зона охватывает южные районы Бухарской, Кашкадарьинской и Сурхандарьинской областей УзССР, Туркменскую ССР и Таджикскую ССР.

Важным фактором, влияющим на режим орошения сельскохозяйственных культур, являются гидрогеологические условия, уровень и минерализация грунтовых вод. В каждой климатической зоне выделено четыре гидрогеологических района.

Первый гидрогеологический район охватывает почвы сероземного типа, где грунтовые воды залегают на глубине 3—4 м, гидрогеологический коэффициент $K=1$, т. е. использование грунтовых вод растениями равно нулю.

Второй гидрогеологический район с грунтовыми водами в пределах 2—3 м, грунтовое увлажнение корнеобитаемого слоя незначительно. Поч-

вы — темные сероземы и луговые. $K=0{,}85$, 15% общего водопотребления составляют грунтовые воды.

Третий гидрогеологический район включает светло-луговые и темно-луговые почвы, глубина грунтовых вод 1—2 м. При таком их залегании наблюдаются признаки заболачивания. $K=0{,}60$, 40% воды пополняется за счет грунтовых вод.

Четвертый гидрогеологический район расположен в зоне близкого от поверхности стояния грунтовых вод — в пределах 1 м, что вызывает заболачивание земель; почвы луговые, лугово-болотные и болотные. Большая часть орошаемых земель в этом районе не засолена. $K=0{,}40$, потребление растениями воды на 50—60% пополняется грунтовой водой.

Для распределения оросительной воды по крупным земельным массивам водохозяйственные организации обычно пользуются установленными схемами поливов. Для каждой климатической зоны и гидрогеологического района схемы поливов отражают фактическое число поливов, рассчитанное на оптимальное увлажнение почвы и обеспечение растений в период вегетации доступной влагой.

Вегетационный период у наиболее распространенных сортов хлопчатника Ташкент-1 и 108-Ф подразделяют на четыре периода: первый период—от появления всходов до массовой бутонизации, длится 30—35 дней; второй период — от бутонизации до цветения, продолжается 27—30 дней; третий период — от начала цветения до плодообразования или появления 14—16 плодовых ветвей, длится 18—20 дней; четвертый период — от плодообразования до полного созревания, проходит за 25—30 дней (П. П. Языков и М. Б. Баракаев, 1972).

На практике при составлении схем поливов учитывают три периода: первый — до цветения, второй — цветение — плодообразование и третий — созревание. Для перечисленных периодов устанавливают число поливов, которое выводят в схему. Первая цифра в такой схеме обозначает число поливов до наступления цветения у 10% растений, вторая — число поливов в цветение — плодообразование и третья — число поливов в созревание. Следует сказать, что схемы поливов не являются основанием для установления календарных сроков поливов в хозяйствах.

В зависимости от климатических зон, гидрогеологических районов и уровня плодородия почв схемы поливов сельскохозяйственных культур могут меняться в широких пределах. Так, например, в северной климатической зоне для хлопчатника достаточно трех-четырех поливов по схеме 1—2—0 или 1—3—0; в центральной климатической зоне число поливов возрастет до пяти-семи за вегетацию, поливы будут распределяться по схемам 2—3—0 или 2—4—1; в южной климатической зоне, где температура воздуха выше и вегетационный период продолжительнее, число поливов увеличится до семи-девяти за вегетацию по схеме 1—5—1 или 2—6—1.

Число поливов хлопчатника и других сельскохозяйственных культур будет меняться также в зависимости от гидрогеологических районов. Наименьшее число (3—4) поливов за вегетацию оросительной нормой 3000—3500 м³/га будет дано в четвертом гидрогеологическом районе, где грунтовые воды залегают в пределах одного метра. С переходом от четвертого к первому гидрогеологическому району уровень грунтовых вод будет понижаться до 3—4 м, а число поливов и оросительные нормы возрастут, так как использование растениями грунтовых вод здесь сводится к нулю.

Под режимом орошения понимают такие размеры поливных и оросительных норм, которые зависят от величины расчетного слоя, в котором распределяется корневая система, заданной предполивной влажности почвы по фазам развития растений, способов и техники полива.

Важным нормативом в режиме орошения сельскохозяйственных культур являются величины оросительных и поливных норм.

За последние годы при общем увеличении водозабора оросительные нормы в расчете на 1 га по зоне орошаемого земледелия СССР заметно уменьшились: 1970 г. —9300, 1975 г.—8350, 1976 г.—8180 и 1977 г.—7830 м³/га (Г. Ф. Раскин, 1979).

В Средней Азии при выращивании хлопчатника оросительные нормы остаются высокими, что объясняется почвенно-климатическими условиями. Например, оросительные нормы для хлопчатника при поливе по бороздам в Каракалпакской АССР составляют 3—4 тыс. м³/га, в Сурхандарьинской области, в Вахшской долине 12—15 тыс. м³/га, а при поливе дождеванием

они уменьшаются на 40—50%, но общее водопотребление остается почти равным (табл. 35).

Таблица 35

Водопотребление хлопкового поля в центральной климатической зоне (данные САНИИРИ), м³/га

Месяц	Полив по бороздам			Дождевание		
	1971 г.	1972 г.	1973 г.	1971 г.	1972 г.	1973 г.
Май	833	813	1200	813	813	1160
Июнь	1290	1291	1418	1410	1140	1378
Июль	1690	1654	1715	1781	1654	1754
Август	1875	2062	1902	1984	2018	2008
Сентябрь	1098	1216	1016	1020	1223	1244
Итого	6796	7036	7251	7008	6848	7544
Среднее за 3 года		7027			7133	

При определении общего водопотребления хлопкового поля методом теплового баланса при поливе по бороздам и дождеванием существенных различий в затратах воды не получено. Размеры оросительных норм определяются общим водопотреблением возделываемых культур, т. е. количеством воды, расходуемым на транспирацию и испарение с поверхности почвы.

2. Определение и расчеты оросительных норм

Для различных климатических зон и гидрогеологических районов величины оросительных норм неодинаковы. Под *оросительной нормой* понимают то количество воды, которое необходимо подать в течение вегетационного периода на 1 га орошаемого поля в дополнение к естественным запасам ее в почве. Оросительную норму нетто можно рассчитать по формуле:

$$M_{н} = E - 10 \quad \alpha \quad P(W_{н} - W_{к}) - W_{г},$$

где M — оросительная норма нетто, м³/га; E — общее водопотребление, м³/га; α — коэффициент использования осадков (для северной и центральной климатических зон равен 0,8—0,9, для южной —0,4—0,6); P — количество осадков, выпавших за вегетационный период, мм; $W_{н}$—

запас влаги в расчетном слое почвы в начале вегетационного периода, м³/га; $W_к$ — запас влаги в расчетном слое в конце вегетационного периода, м³/га; $W_г$ — количество воды, поступающее в расчетный слой почвы от грунтовых вод за вегетационный период.

Оросительные нормы можно определять с учетом продолжительности оросительного периода, вида возделываемых культур и поправочных коэффициентов на гидромодульные районы.

Для этого В. Р. Шредером (1966) предложено следующее уравнение:

$$M = 10 \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 (E - O)$$

где M — оросительная норма, м³/га; K_1 — коэффициент, зависящий от вида возделываемой культуры (0,55—0,88); K_2 — коэффициент, зависящий от продолжительности оросительного периода (от 0,88 для С-1 до 1,08 для Ю-11); K_3 — коэффициент, применяемый для дифференциации оросительных норм по гидромодульным районам (0,45—1,14); E — испаряемость, мм; O — сумма осадков, мм.

Коэффициент K_1 для хлопчатника равен 0,65. Величину суммарного испарения E в вегетационный период находят по результатам непосредственных наблюдений.

Упрощенно оросительную норму можно определить и по величине коэффициента водопотребления. Так, если коэффициент водопотребления равен 260 м³/ц, а урожай хлопка-сырца — 40 ц/га, то оросительная норма будет:

$$40 \times 260 = 10\,400 \text{ м}^3/\text{га}.$$

На транспирацию растения расходуют около 65—70% всего поданного количества оросительной воды и около 30—35% испаряется с поверхности почвы. Расход воды по фазам развития растений также определяется видовым их составом, температурными факторами и почвенными условиями. Растения хлопчатника до фазы цветения потребляют только 20—25% всей подаваемой воды, в фазу цветения — плодообразования — 55—65%, а в фазу созревания — 15—20%.

Чтобы определить размер орошения, необходимо знать: 1) потребность растения в воде в период вегетации; 2) способность почвы удерживать воду во взвешенном состоянии, т. е. ее влагоемкость; 3) коэффициент водо-

потребления — расход воды на центнер продукции; 4) запасы воды в почве; 5) количество осадков (в мм), выпавших за период вегетации.

Если учесть, что климатические условия меньше всего поддаются регулированию и больше всего влияют на размеры орошения сельскохозяйственных культур, то станет ясно, что эти показатели следует при расчетах обязательно принимать во внимание. Для хлопчатника в северной климатической зоне оросительная норма не будет превышать 4—6 тыс. м³/га, в центральной зоне—6—8 тыс. и в южной зоне—10 тыс м³/га (табл. 36).

Таблица 36

Оросительные нормы для хлопчатника в зависимости от климатических зон и способов полива (данные 1970—1977 гг.), тыс. м³/га

Климатическая зона	Полив по бороздам	Внутрипочвенное орошение	Дождевание
Северная	4—6	3—4	1,5—2,0
Центральная	6—8	5—6	2,5—3,0
Южная	8—10	7—8	3,0—4,0

Величина оросительных норм зависит и от видов орошения и способов полива. При регулярном орошении пропашных культур оросительные нормы могут быть по 5—8 тыс. м³/га, при нерегулярных или однократных поливах они сократятся до 2—3 тыс. м³, а при лиманном орошении (однократное ранневесеннее затопление) — до 2,5 — 3 тыс. м³/га. При поливе дождеванием оросительная норма составляет 2,5 — 3 тыс. м³/га, по бороздам — 5—8 тыс. м³/га. При поливе многолетних трав (люцерны), зерновых колосовых культур напуском по полосам оросительная норма увеличивается до 10—12 тыс. м³/га. На рисовых чеках при полном затоплении оросительная норма достигает 25—40 тыс. м³/га.

В последние годы начинает все шире применяться внутрипочвенное орошение, при котором оросительная норма не превышает 5—6 тыс. м³/га. Экономное расходование поливной воды может быть получено только при условии правильных расчетов поливных норм. Такие расчеты позволят спланировать более точную подачу воды и организовать в хозяйстве своевременные поливы.

При расчете поливных норм необходимо учитывать, кроме баланса влаги в корнеобитаемом слое, и неизбежные потери воды на сброс за пределы поля и глубинную фильтрацию ниже расчетного слоя.

3. Определение и расчеты поливных норм

Под *нормой полива* понимается количество воды, подаваемое на гектар орошаемого поля за один прием для оптимального увлажнения расчетного слоя почвы. Чтобы правильно определить величину поливной нормы, необходимо знать полевую влагоемкость почвы; доступный нижний предел влаги в почве от полевой влагоемкости перед поливом; глубину увлажняемого расчетного слоя, объемную массу почвы, г/см³; способы и элементы техники полива и испарение воды с водной поверхности во время полива. Для расчета поливных норм по показателям влажности почвы в расчетном слое определяют запасы воды (в м³/га или в мм водного столба).

Запасы воды на площади 1 га в метровом слое рассчитывают по массе почвы и фактической влажности, выраженной в % к массе или объему, по формуле:

$$B = S \cdot h \cdot \alpha,$$

где B — масса почвы на площади 1 га, т; S — площадь 1 га, м²; h — расчетный слой, принятый на глубину проникновения корневой системы, м; α — объемная масса расчетного слоя почвы, г/см³.

Зная влажность почвы перед поливом $W_н$ или после полива $W_п$, можно определить запасы воды в заданном слое по формуле:

$$W_г = \frac{10000h \cdot \alpha \cdot W_п}{100},$$

где $W_г$ — запасы воды в расчетном слое почвы, м³/га; 10 000 — площадь 1 га, м²; h — высота расчетного слоя, м; α — объемная масса почвы, г/см³; $W_н$ или $W_п$ — влажность в почве до или после полива, % к массе или объему.

Так определяют запасы воды в почве перед поливом, а для того, чтобы узнать, сколько содержится воды в почве после полива, необходимо знать послеполивную влажность $W_п$.

Удобнее производить расчеты поливных норм по влажности, отнесенной к объемной массе почвы. С. Н. Рыжов на основании расчетов А. Н. Костякова и Л. П. Розова уточнил формулу и предложил поливную норму определять по следующему уравнению:

$$m=(A-B)\cdot h+K,$$

где m — поливная норма, м³/га; A — полевая влагоемкость почвы, % к объему; B — влажность в том же слое почвы перед поливом, % к объему; h — глубина расчетного слоя почвы, см; K—потери воды (5—10%) на испарение в процессе полива, м³/га.

Применение заданных поливных норм с учетом потерь на фильтрацию и сброс и поддержание оптимальной влажности почвы важно потому, что при этом повышается эффективность использования воды и увеличивается урожайность сельскохозяйственных культур.

Расчеты поливных норм по дефициту влаги без поправок на потери воды в сброс и глубинную фильтрацию можно принимать только для орошения дождеванием.

Поливные нормы учитывают степень распространения в почве корневой системы растений, которая может проникать на различную глубину. Так, у хлопчатника в фазу бутонизации она достигает глубины 50—70 см, в фазу цветения—плодообразования 70—100 см и в фазу созревания—100 см.

Поливные нормы дифференцируют в зависимости от температуры воздуха, продолжительности вегетационного периода, количества атмосферных осадков и от биологических особенностей возделываемых растений, механического состава почвы, уровня грунтовых вод, их минерализации и степени засоления почвы. С переходом от северной климатической зоны к южной повышается температура воздуха, что вызывает усиленную транспирацию и расход воды на испарение, а это требует более частых поливов с сокращенными межполивными промежутками.

В южной климатической зоне посевы тонковолокнистого хлопчатника необходимо поливать чаще и увеличенными поливными нормами, особенно при глубоких грунтовых водах. На легких по механическому составу маловлагоемких почвах поливные нормы уменьшают до 700—800 м³/га, а по мере утяжеления почв влагоем-

кость их возрастает и нормы поливов достигают 1000—1200 м³/га.На легких почвах число поливов возрастает, а на тяжелых сокращается. На засоленных почвах поливные нормы рассчитывают на частичное вымывание солей за пределы корнеобитаемого слоя. Если расчетная норма составляет 900—1000 м³/га, то норма промывного типа увеличивается до 1100—1200 м³/га.

Поливные нормы зависят от способов и техники полива: на средних почвах при поливах дождеванием они равны 400—500, по бороздам — 800—1000, по полосам (люцерна) — 1200—1300 м³/га (табл. 37).

Таблица 37

Поливные нормы в зависимости от способов полива и механического состава почв (данные 1971—1976 гг.), м³/га

Способ полива	Механический состав почв и их объемная масса		
	Легкие α—1,00	Средние α—1,30	Тяжелые α-1,60
Напуском по полосам	900—1000	1200—1300	1400—1600
По бороздам	600—700	800—1000	1100—1200
Внутрипочвенное орошение	500—600	700—900	1000—1100
Дождевание	350—400	400—500	600—700
Капельное орошение	50—60	70—80	90—100

Величины поливных норм и их равномерное распределение по полю зависят от элементов техники полива: длины поливных борозд, размера бороздковой струи и способов подачи воды в борозду.

Полив по чрезмерно длинным бороздам может вызвать потери воды на фильтрацию и увеличение размеров поливной нормы. Полив по коротким бороздам снижает коэффициенты использования воды и земли, и почва увлажняется недостаточно.

Неправильно выбранный размер струи может вызвать разрушение профиля борозды, смыв почвы и минеральных удобрений, а также большой перерасход воды.

Для регулирования поливной струи борозды армируют чимом (дерном), бумажными салфетками, щитками, применяют трубочки-сифоны и гибкие трубопроводы с водовыпусками.Применение трубочек-сифонов и гиб-

ких трубопроводов позволяет вести поливы заданным током воды, сократить потери на фильтрацию и сброс, добиться более полного увлажнения корнеобитаемого слоя заданной поливной нормой.

4. Способы установления сроков полива

Накопление высокого урожая хлопчатника и других сельскохозяйственных культур благоприятно протекает только при условии обеспечения растений доступной влагой и элементами питания. В формировании рано созревающего урожая наиболее ответственным моментом является назначение очередных сроков полива особенно в фазу цветения — плодообразования. Поэтому в это время необходимо внимательно следить за обеспеченностью растений влагой. Наиболее точно установить момент, когда растения нуждаются в воде, можно по физиологическим признакам. Если поливы проводятся своевременно, то заданная предполивная влажность почвы не опускается ниже критической, не происходит затухания темпов роста, опадения плодовых элементов, снижения урожая и его качества.

Этим и можно объяснить, что в тех хозяйствах, где поливы назначаются своевременно в зависимости от потребности растений, получают высокие урожаи. Назначать очередные сроки полива сельскохозяйственных культур можно по следующим показателям:

— по физиологическим признакам: сосущей силе листьев и концентрации клеточного сока;
— по внешним признакам растений: окраске листовых пластинок; тургорному состоянию листовых пластинок; приросту главного стебля и изменению высоты узла цветения;
— по изменению заданной предполивной влажности почвы.

Если содержание влаги в почве уменьшается, то соответственно возрастают концентрация клеточного сока и сосущая сила листьев. Сосущая сила листьев будет повышаться до тех пор, пока не перестанет поступать вода из почвы в растение.

Уменьшение запасов влаги в почве вызывает разобщение капиллярной связи между отдельными скоплениями влаги, скорость передвижения ее к корневым волоскам замедляется, и в растениях создается водный дефи-

цит. Сосущая сила и концентрация клеточного сока возрастают, что вызывает расстройство физиологических процессов, проходящих в растениях, и снижение их продуктивности.

Нарушение физиологических процессов в клетках приводит к опадению плодоэлементов, снижению урожайности и даже гибели растений. Наиболее полно назначения очередных сроков поливов по физиологическим показателям разработаны для хлопчатника. И хотя до настоящего времени эти способы в производственных условиях широко не применяются, в научно-исследовательских учреждениях их используют для разработки более простых приемов определения очередных сроков полива.

Существует коррелятивная прямая связь между запасами влаги в почве, сосущей силой листьев и концентрацией клеточного сока.

Определение сроков полива по сосущей силе листьев. Сосущая сила листьев является показателем водного режима растений и может быть использована для установления конкретных дат для начала очередных поливов. Показатели сосущей силы зависят как от влажности почвы, так и от положения листовых пластинок по ярусам на растениях, а также от облачности, скорости ветра и влажности воздуха. Показателем для проведения очередных поливов хлопчатника может служить увеличение сосущей силы до 11—12 атм в период до цветения, до 13—14 атм в период цветения—плодообразования и до 15—16 атм в период созревания. При определении сроков полива хлопчатника, выращиваемого на засоленных землях, сосущая сила должна быть на 2 атм выше, чем на незасоленных.

Сосущую силу листьев обычно сопоставляют с известной по величине сосущей силой водного раствора сахара (методика Шардакова). Для определения сосущей силы и назначения очередных сроков полива пробы листьев отбирают в наиболее жаркое время с часу до трех часов дня, в ясную солнечную погоду.

Определение сроков полива по концентрации клеточного сока. Более простым методом определения сроков полива является установление концентрации клеточного сока в листьях (ККС). Для этого прямо в поле используют ручной рефрактометр (рис.19). На листья хлопчатника воздействуют разрушающим клетки препаратом—

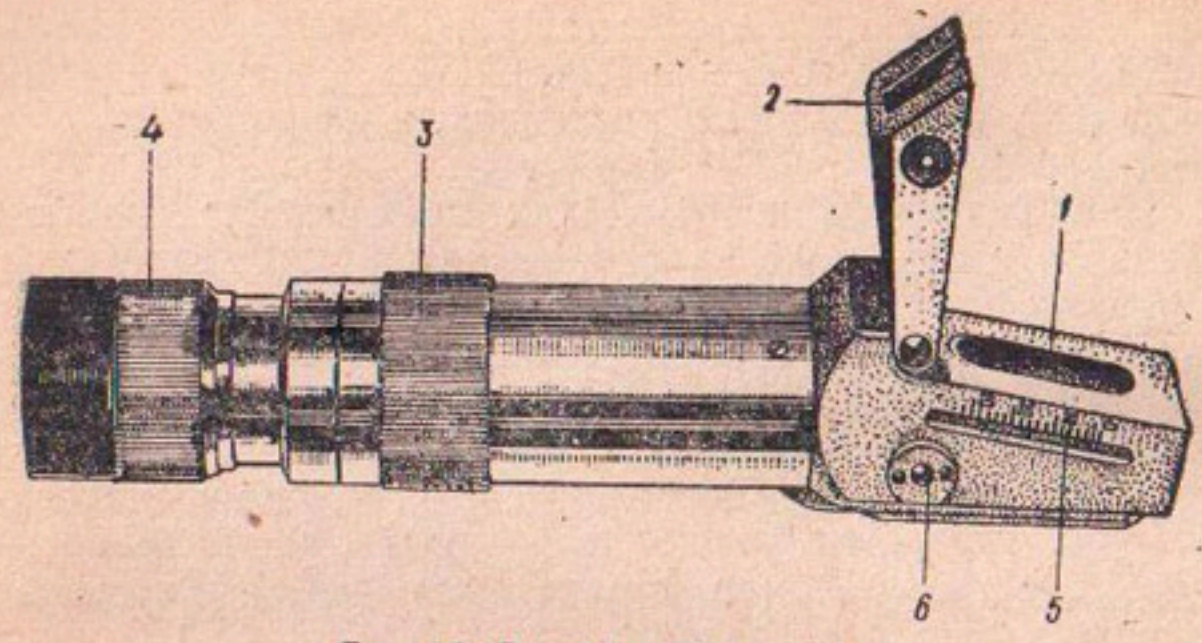


Рис. 19. Ручной рефрактометр:

1— измерительная призма; *2*— откидная призма; *3*— кольцо переключения шкалы; *4*— оправа окуляра; *5*— термометр; *6*— регулировочный винт.

толуолом. Отжатые несколько капель клеточного сока наносят на измерительную призму и через окуляр определяют величину фактической ККС.

С. А. Гильдиев (1968) на сероземных почвах установил, что повышение концентрации клеточного сока в листьях хлопчатника до 8% в фазу цветения указывает на наступление водного дефицита. Необходим очередной полив. В фазу цветения—плодообразования можно допустить повышение концентрации клеточного сока до 10%, в фазу созревания — до 12—14% сухого вещества. Эти величины концентрации клеточного сока соответствовали содержанию влаги в почве около 65—70% ППВ. По нашим данным, на луговых незасоленных почвах Чирчик-Ахангаранской долины концентрация клеточного сока в пределах 10—12,5% сухого вещества в фазу цветения — плодообразования соответствовала запасам влаги в почве около 70—75% ППВ, которые обеспечивали получение высокого урожая — 39—41 ц/га хлопка-сырца (табл. 38).

Назначение очередных поливов по концентрации клеточного сока в учхозе им. Кирова ТашСХИ на луговых почвах в отдельные годы позволяло получать урожай хлопка-сырца в пределах 43—47,8 ц/га. Столь высокие урожаи говорят о том, что в почве поддерживался оптимальный для роста и развития хлопчатника режим влажности.

Назначение очередных сроков полива по внешним признакам растений. Многолетней практикой подмечено,

Таблица 38

Урожай хлопка-сырца при различной концентрации клеточного сока на луговых почвах Чирчик-Ахангаранской долины
(данные 1973—1974 гг.)

Схема полива	Оросительная норма, м³/га	Средняя ККС, %	Высота главного стебля, см	Урожай, ц/га	Затраты воды на 1 ц хлопка, м³
0—2—0	2600	19,0	62,0	28,4	96
1—2—0	3300	16,5	78,6	31,2	105
1—3—0	4000	14,5	81,0	35,5	113
1—3—1	4600	12,5	87,0	39,7	114
2—3—1	4900	10,0	97,0	41,8	118

что под влиянием поливов изменяется окраска листовых пластинок и темпы роста главного стебля. С уменьшением запасов влаги в почве, с повышением концентрации клеточного сока окраска листьев также меняется.

После очередного полива вода поступает в растение в больших количествах, концентрация клеточного сока разбавляется, окраска листьев становится светло-зеленой. По мере уменьшения запасов влаги в почве концентрация клеточного сока повышается, и листовые пластинки становятся темно-зелеными.

По данным СоюзНИХИ, назначение очередных поливов с появлением у растений темно-зеленой окраски вызывало снижение урожая хлопка-сырца до 34 ц/га, а при поливах при нормальной зеленой окраске он возрастал до 46,8 ц/га (В. Е. Еременко, 1957). Проведение поливов до фазы цветения при наличии нормальной зеленой окраски листьев создавало забег в росте, развитии растений и урожай хлопка-сырца повышался.

С переходом растений в фазу цветения—плодообразования наблюдаются резкие переходы по окраске листовых пластинок, а это затрудняет назначение очередных поливов по этому признаку и может дать неточные показатели.

Интенсивность окраски листьев хлопчатника, кенафа, кукурузы, люцерны и овощных культур зависит также от плодородия почвы и норм внесения удобрений. На почвах, обладающих высоким плодородием (по распаханным многолетним травам), или на полях, где вносятся высокие нормы минеральных удобрений, у расте-

ний в период вегетации наблюдается более интенсивная, темная окраска листовых пластинок. Это нужно учитывать, назначая очередные поливы по внешним признакам растений.

Следовательно, если в хозяйстве есть практическая возможность учесть степень плодородия почвы и нормы вносимых удобрений, то очередные сроки поливов хлопчатника и кенафа до фазы цветения можно назначать по изменению окраски листьев до нормального зеленого цвета.

Устанавливать очередные поливы до цветения можно и по слабому подвяданию листочков (ослаблению тургора — напряженности тканей клетки). Уменьшение запасов влаги в почве и потемнение листовых пластинок приводит к подвяданию и снижению напряженного состояния клеточных оболочек, особенно в жаркий период дня. Ослабление тургора в листьях следует определять в самое жаркое время суток в 14—15 ч. Очередные сроки полива назначают, когда в листовых пластинках ослабевает тургорное состояние и при изгибе листа центральная жилка ломается без характерного хруста (В. Е. Еременко и М. И.Портных, 1957). Для сравнения тургорное состояние можно определить утром (7—8 ч.), а затем днем (14—15 ч.). Учеты тургорного состояния проводят на средних 300—400 растениях на площади 8—10 га по диагонали поля в 8—10 точках. Напряженность тканей определяют на третьей-четвертой листовой пластинке от точки роста главного стебля. Наличие 15—20% растений, у которых обнаруживаются признаки подвядания, является основанием для назначения очередных сроков полива.

Очередные сроки полива хлопчатника можно назначать и по приросту главного стебля. Этот метод, разработанный П. П. Языковым и М. Б. Баракаевым, основан на выращивании и поддержании заданной высоты растений по фазам развития. В центральной климатической зоне у сортов 108-Ф, С-4727, Ташкент-1 и Ташкент-2 при оптимальных сроках посева с наступлением бутонизации среднесуточный прирост должен быть 0,3—0,5 см, а общая высота главного стебля—14—18 см. В фазу цветения среднесуточный прирост увеличивается до 0,8—1,5 см, а общая высота—до 42—50 см. К моменту образования 14—16 симподиев среднесуточный прирост должен быть 0,8—1,3 см, а высота главного

стебля — 80—90 см. Эффективность различных способов назначения очередных сроков полива показана в табл. 39.

Таблица 39

Урожай хлопка-сырца в зависимости от способов назначения очередных сроков полива (по *П. П. Языкову* и *М. Б. Баракаеву*, 1973 г.)

Вариант	Оросительная норма, м³/га	Высота главного стебля, см	Урожай, ц/га	Расходы воды на 1 ц хлопка, руб.
Полив по влажности почвы 65—65—60% ППВ	4155	87,7	32,2	129
Полив по концентрации клеточного сока 8—10—12%	3145	77,5	35,0	90
Полив по приросту стебля	3254	82,4	36,4	89

Из таблицы видно, что более высокие урожаи хлопка-сырца при наименьших затратах поливной воды можно получить при назначении очередных сроков полива по приросту главного стебля.

Основное накопление урожая у хлопчатника проходит в фазу цветения и плодообразования. Это наиболее ответственный период в жизни растений. Даже незначительная нехватка влаги в почве приводит к снижению продуктивности, так как растения вместе с водой получают элементы питания, которые так необходимы в этот период.

Наиболее точным признаком для определения сроков полива в фазу цветения—плодообразования считается изменение высоты узла цветения. Пользуясь показателями изменения высоты узла цветения можно направленно регулировать ростовые процессы и образование плодовых органов у хлопчатника. Темпы цветения могут обеспечить правильное соотношение между ростом и развитием растений и получение рано созревающего урожая, что очень важно для повышения сортности и качества хлопкового волокна.

Определение сроков поливов по изменению высоты узла цветения основано на закономерностях и темпах роста симподиальных ветвей и прохождении цветения коротких очередей. Наукой и практикой установлено, что к фазе плодообразования у хлопчатника рост главного стебля и появление симподиальных ветвей замедляются сильнее, чем темп прохождения цветения коротких очередей. От начала к концу идет ускорение цветения и приближение распускающихся цветков к точке роста. Число междоузлий от точки роста до верхней симподиальной ветви с распустившимся цветком называется *высотой узла цветения*. Наибольшая высота узла отмечена в начальный период цветения.

При правильном режиме орошения первый цветок на кусте хлопчатника обычно раскрывается тогда, когда на растении уже образовалось восемь-девять симподиальных ветвей. Цветок, как правило, находится на восьмом-девятом узле ниже точки роста, и по мере развития растения продолжается образование новых симподиальных ветвей в точке роста, а цветки закладываются выше по главному стеблю. После раскрытия цветка на первом месте первой симподиальной ветви раскрывается цветок на первом месте второй симподиальной ветви и т. д.

Если поддерживать высокую влажность почвы, образование новых симподиальных ветвей идет гораздо быстрее, чем темп раскрытия цветков вверх по главному стеблю, высота узла цветения увеличивается.

Если влаги в почве недостаточно, образование новых симподиальных ветвей замедляется, а цветение продолжается и переходит на внешние части куста, цветение приближается к точке роста и к боковым ветвям. На подсушенном поле на внешних конусах все цветки у растений хлопчатника раскрыты. При назначении очередных сроков полива растения хлопчатника должны иметь в середине июля около девяти узлов от точки роста до верхнего цветка, в конце июля — начале августа — около семи, а в конце августа — около четырех-пяти узлов. Увеличение высоты узла цветения сверх этих пределов указывает на то, что хлопчатник получает много воды и образование новых симподиальных ветвей в точке роста обгоняет темпы цветения.

Если же узел цветения снижается и цветки образуются очень близко к точке роста, то это указывает на

подсушку хлопчатника и задержку роста. Только при правильных и своевременных поливах достигается нормальный ход образования симподиальных ветвей и снижения высоты узла цветения.

Методика установления сроков полива по изменению высоты узла цветения несложна. Перед началом поливов в фазу цветения на каждом поле отбирают по 300—400 типичных растений по диагонали участка. Отобранные растения фиксируют этикетками или колышками и по ним ведут наблюдение за темпом цветения.

Первый полив в фазу цветения проводят при наличии 10—20% цветущих растений, устанавливают исходную высоту узла цветения и по ней в последующем назначают очередные поливы.

Для советских сортов хлопчатника в СоюзНИХИ определены следующие показатели изменения высоты узла цветения:

а) от начала цветения и до третьей декады июля — на 0,5 — 0,7 узла при каждом поливе;

б) от третьей декады июля до второй декады августа — на 0,8—1 узел;

в) со второй декады августа и до начала созревания ускорение цветения возрастает до 1,1 — 1,3 узла.

На Хорезмской опытной станции при различных способах назначения очередных поливов получены неодинаковые урожаи хлопка-сырца (табл. 40).

Таблица 40

Рост, развитие и урожайность хлопчатника при поливах по узлу цветения (по *В. Ф. Пояркову*, 1948)

Вариант	Высота главного стебля, см	Число симподиальных ветвей, шт.	Число коробочек, шт.	Урожай, ц/га	
				общий	доморозный
По признаку переменной высоты узла цветения	107,8	15,1	12,8	39,1	34,5
По схеме полива	99,5	13,6	12,5	38,5	32,0
Разница	8,3	1,5	0,3	0,6	2,5

При назначении очередных сроков полива по изменению высоты узла цветения в период вегетации растения были обеспечены влагой более равномерно, а это создавало забег в росте, образовании симподиальных ветвей,

накоплении коробочек и получении более высокого доморозного урожая хлопка-сырца.

Установление сроков полива по заданной предполивной влажности почвы. Очередные сроки полива сельскохозяйственных культур можно назначать по снижению предполивной влажности почвы до заданных пределов. Установить нижнюю границу допустимой влажности почвы для растений можно только с учетом механического состава, так как от него зависит скорость поступления воды из почвы в растение. Так, влагоемкость легких песчаных почв может быть 14—16%, средних суглинистых 18—20%, а тяжелых глинистых —25—27%.

Нижний предел допустимой влажности почвы может меняться и от биологических особенностей возделываемых растений, климатических зон, гидромодульных районов, степени засоления почвы и минерализации грунтовых вод.

Уменьшение запасов влаги в почве ниже 60% ППВ вызывает завядание листовых пластинок, они резко темнеют, а сосущая сила их повышается. Чтобы правильно установить нижний предел допустимой влажности почвы в период вегетации, необходимо знать биологические особенности отношения растений к воде, глубину распространения корневой системы, уровень грунтовых вод.

Недостаток влаги в почве вызывает повышение концентрации клеточного сока, а это приводит к значительному опадению плодоэлементов, снижению урожая и ухудшению качества волокна.

Опыты, проведенные в Гузарском районе Кашкадарьинской области, показали, что для получения высокого (43,4 ц/га) урожая хлопка-сырца предполивную влажность в этой зоне необходимо поддерживать не ниже 75—75—65% ППВ. Концентрация клеточного сока в листьях при таком режиме влажности в период вегетации не превышала 9—10% сухого вещества. Наряду с высоким урожаем это обеспечивало улучшение качества волокна (табл. 41).

Чтобы не допустить потерь урожая и снижения качества волокна, необходимо очередные поливы назначать до появления у растений вышеуказанных признаков.

На почвах с глубоким залеганием грунтовых вод для первых поливов хлопчатника до бутонизации расчетный слой почвы принимается 0—50 см, для второго полива

Таблица 41

Влияние различной влажности почвы на урожай и технологические свойства волокна хлопчатника (*В. Т. Лев*, 1971—1973)

Влажность почвы перед поливами, % ППВ	Концентрация клеточного сока, %	Высота растений на 1/VIII, см	Число коробочек на 1 растение, шт.	Урожай, ц/га	Разрывная нагрузка, г
55—60—60	12-14-16	39,2	7,6	23,5	2,8
60—60—60	12-13-15	51,2	8,7	28,8	2,9
65—70—65	10-10-10	70,6	12,6	34,4	4,1
75—75—75	9-9-9	78,2	18,6	43,4	4,7
80—80—75	8-8-8	86,7	17,1	41,7	4,1

в бутонизацию — 0—70 см, а начиная с фазы цветения и до начала созревания — 0—100 см. Для луговых и лугово-болотных почв, где грунтовые воды стоят близко к поверхности (в пределах 1 м), на протяжении всего вегетационного периода величина расчетного слоя почвы не превышает 0—50 см.

Назначая очередные поливы по влажности почвы, одновременно определяют и размеры поливных норм. Зная запасы влаги, можно вычислить дефицит ее в расчетном слое — недостающее количество воды для полного насыщения почвы.

Определение сроков полива сельскохозяйственных культур по заданной влажности почвы—единственно правильный путь установления потребного количества воды для растений. Но производственники встречаются здесь с большими трудностями, так как пока еще нет достаточно простого и быстрого способа определения влажности почвы в полевых условиях.

Для хлопчатника, выращиваемого на незасоленных почвах, влажность почвы может быть в пределах 65—70% ППВ и к уборке понижаться до 60%. На почвах, подверженных засолению, предполивную влажность поддерживают на более высоком уровне — 75—80%, а к уборке снижают до 65—70%.

Кенаф очень отзывчив к влаге, вегетативная масса у него нарастает большая, поэтому предполивную влажность для зеленца поддерживают на уровне 75—80% ППВ. На посевах кенафа на семена создают жесткий режим орошения, снижая влажность почвы перед поливом до 60—65%.

Для кукурузы, выращиваемой на зерно, влажность

почвы поддерживают на уровне 65—70%, посевы кукурузы, выращиваемой на силос, получают больше поливов, при этом влажность почвы перед поливом должна быть в пределах 75—80% ППВ. Для фуражной люцерны предполивная влажность 70—80%, а при выращивании ее на семена — 65—70%.

Приведенные величины влажности почвы для различных сельскохозяйственных культур служат основанием для назначения очередных сроков полива и расчетов размера поливных норм.

Содержание влаги в почве определяют высушиванием почвенных образцов в сушильном шкафу при температуре 105—110°С в течение 6 ч спиртовым методом Иванова или высушиванием электрическими лампами инфракрасного излучения. Почву помещают в секторные чашки и высушивают до постоянной массы, после чего влажность рассчитывают по формуле:

$$A = \frac{a}{в} \cdot 100,$$

где A — полевая влажность, % от массы; a — масса испарившейся влаги, г; $в$ — масса сухой почвы после высушивания, г; 100 — коэффициент пересчета в проценты.

В. Е. Кабаев разработал ускоренный метод определения влажности по нижней границе пластичности почвы. Метод основан на определении диаметра шарика из почвы, отобранной с различной глубины.

ГЛАВА X. ВНУТРИХОЗЯЙСТВЕННЫЙ ПЛАН ВОДОПОЛЬЗОВАНИЯ И УХОД ЗА РАСТЕНИЯМИ

1. Плановое водопользование в хозяйствах

Плановое распределение воды между хозяйствами и внутри хозяйств предусматривает хорошее увлажнение почвы и приобретает особую актуальность, так как обеспечивает получение стабильных урожаев сельскохозяйственных культур. Для выращивания высоких урожаев наряду с повышением плодородия почв и оптимальной влажностью необходимо постоянно заботиться и об исправности ирригационных каналов и гидротехнических сооружений как основы своевременной подачи поливной воды на поля.

Плановое водопользование в хозяйствах предусма-

тривает мероприятия по снижению потерь воды на фильтрацию из каналов и при проведении поливов. Подачу воды на участки планируют сосредоточенными токами по 200—300 л/с, выдерживают строгую очередность в поливах сельскохозяйственных культур на севооборотных участках, не допускают подачи воды по каналам в межполивные периоды и по завершении всех поливов.

Значительную экономию воды можно получить при поливах в сжатые сроки (за 2—3 суток) и своевременных междурядных обработках почвы. Коэффициент полезного действия внутрихозяйственной оросительной сети должен быть не ниже 0,80—0,85. Потери воды в каналах обусловливаются несовершенными их конструкциями, а на полях — неправильными режимами орошения и излишним водопотреблением. В результате коэффициент использования воды (КИВ) снижается, ухудшается мелиоративное состояние земель.

Введение планового водопользования в хозяйствах сокращает непроизводительные потери воды в период проведения поливов и послеполивных обработок почвы. При плановом водопользовании осуществляются мероприятия по сокращению потерь воды в оросительной сети и при вододелении. Выполнение перечисленных мероприятий позволяет вести поливы в соответствии с плановой водоподачей в хозяйство и на поливные участки. При этом обязательно учитывают состав культур, посевные площади, режим орошения, гидромодульный район и усредненный коэффициент использования воды (КИВ) в хозяйстве. Подекадные расходы воды в вегетационный период определяются лимитом ее подачи в хозяйство. Изменение исходных показателей, по которым определялись лимиты воды более чем на 5—7%, является основанием для пересмотра нормативов ее подачи. В условиях неблагополучного мелиоративного состояния земель в хозяйстве и избытка воды в источниках орошения могут допускаться ее перерасходы.

Составляя план водопользования хозяйства, учитывают почвенно-климатические условия, оказывающие наибольшее влияние на режим орошения и в целом на водопотребление растений.

Хозяйственное водопользование предусматривает составление плана, подготовку к его осуществлению, осуществление и оперативную отчетность.

Плановое водопользование в колхозах и совхозах

составляется с учетом протяженности оросительной сети, границ и номеров поливных участков, точек водозабора, наличия гидротехнических постов, протяженности коллекторно-дренажной сети, наличия дорог и лесных насаждений.

Анализируя эффективность использования воды в хозяйстве, составляют ведомость подекадных поливов сельскохозяйственных культур с учетом принятых режимов орошения. Плановые задания на поливы составляют в следующем порядке. Сначала определяют суточную площадь полива делением площади посева на продолжительность полива. Например, площадь под орошаемой культурой 186 га, а время на завершение полива — 18 дней, суточная норма полива будет 10,6 га. Полив на площади 186 га необходимо начать 20 июня, тогда он будет продолжаться 10 дней в третьей декаде июня (186 : 18×10=106 га) и 8 дней в первой декаде июля (186 : 18×8=80 га). После этого для каждой декады поливного периода подсчитывают объем воды, который необходимо подать. Для этого площади полей умножают на поливную норму, результаты суммируют и определяют объемы воды по декадам:

$$W_1=F_1m_1+F_2m_2+F_3m_3+\ldots+F_nm_n.$$

Если полив начинается в одной декаде, а завершается в другой, подсчитывают объемы воды за каждый период.

Для выполнения плана поливов в соответствии с утвержденными сроками определяют секундный расход воды нетто, который необходимо подавать на поле в каждую декаду или период:

$$Q_н=\frac{W_1}{t\cdot 86\,400}\text{ или }Q_н=\frac{W_1\cdot 1000}{t\cdot 86\,400},$$

где $Q_н$ — расход воды, м³/с или л/с; W_1 — объем воды за декаду или период, м³; t — период подачи воды в сутках (равный декаде, больше или меньше декады); 86 400 — число секунд в сутках.

Полученные показатели объемов воды W и секундных расходов $Q_н$ нетто записывают в календарный график поливов. Такими же расчетами определяются расходы воды для каждой бригады, их суммируют по периодам и выводят расходы воды в целом по хозяйству:

$$Q_н^{хоз}=Q_н^{бр}+Q_н^{бр}+Q_н^{бр}+\ldots\ Q_н^{бр}$$

При расчетах подачи воды брутто учитывают ее потери во временной и постоянной оросительной сети на фильтрацию и испарение. Потери воды на фильтрацию из постоянной оросительной сети можно усредненно принять в размере 10% от расхода (КПД постоянной сети $\eta_2=0{,}90$). Коэффициент полезного действия внутрихозяйственной сети будет:

$$\eta=\eta_1\cdot\eta_2=0{,}95\cdot 0{,}90=0{,}85.$$

Определив потребные расходы воды по периодам полива, составляют календарный план, предусматривающий очередность полива по графику. Площадь суточного выхода политых площадей F (га) находят по формуле:

$$F=\frac{Q_н\cdot 86{,}4\cdot t}{m},$$

где $Q_н$ —расход воды нетто в данную декаду или период, л/с; m — поливная норма для данной культуры, м³/га; t — продолжительность полива, равная суткам.

С уменьшением суточного полива F до 12—15 га расчетный расход $Q_н$ увеличивают, сокращая сроки подачи воды t. Продолжительность полива на участке можно определить по формуле:

$$t=\frac{m\cdot F}{Q_н\cdot 86{,}4},$$

где t — время в сутках; m — поливная норма, м³/га; F — площадь поля, га; $Q_н$—расходы воды нетто в данном периоде, л/с.

Составляя календарный план, сроки и очередность поливов принимают из графиков полива, а конец и продолжительность их получают расчетным путем. Номера полей и их площади, расходы временных оросителей и размеры поливной струи в борозды принимают в зависимости от водопроницаемости почвы, уклонов участка и ширины междурядий возделываемых культур. Зная расходы временных оросителей и размеры поливной струи в борозды, можно вычислить потребное количество поливальщиков для эффективного использования воды.

Иногда в период полива в оросительной системе и хозяйствах не хватает воды. В этом случае рекомендуется вводить *водооборот*—очередность подачи воды в бригады, если посевные площади их меньше 100 га. Если же водообеспеченность системы в период вегетации со-

ответствует плановому водозабору, то очередность (водооборот в подаче воды) устанавливают только для севооборотных полей и между поливными участками.

Учитывая, что водообеспеченность территорий зависит от источников орошения и типа их питания, на реках снегового и ледникового питания по отдельным периодам воды на орошение может не хватать. Тогда водооборот (чередование подачи воды на поливы) вводят по всей системе. Если водообеспеченность упала до 70% и ниже от планового водозабора, требуется вводить водооборот.

Для информации о выполнении планов водопользования и обработки почвы под сельскохозяйственными культурами необходимо знать *коэффициент устойчивости водоподачи* в хозяйство (КУВ), который можно рассчитать по формуле:

$$КУВ = 1 - \sum \frac{Q_д - Q_с}{n - Q_д},$$

где $Q_д$ — среднедекадное поступление воды в хозяйство; $Q_с$ — среднесуточное поступление воды в хозяйство; n—количество дней в декаде.

Величина КУВ за декаду должна быть больше 0,90. Сток водоподачи за декаду плановый и фактический вычисляют по формуле

$$\omega = 0{,}0864 Q_д \cdot n \text{ тыс.м}^3.$$

Коэффициент использования воды (КИВ) по плану должен быть равным единице. КИВ фактический находят по формуле:

$$КИВ = \frac{\omega_ф \cdot \omega_{пл}}{Q_{пл} \cdot Q_ф},$$

где $\omega_ф, \omega_{пл}$ — фактическая и плановая площадь полива; $Q_ф, Q_{пл}$ — фактические и плановые среднедекадные расходы водоподач.

Значение КИВ должно быть в пределах 0,9—1,10, при его снижении устанавливают причины и вводят поправки.

2. Уход за посевами

Правильный и своевременный уход за посевами сельскохозяйственных культур, возделываемых при орошении — залог получения высоких урожаев при наименьших затратах труда и поливной воды.

Уход за посевами должен осуществляться с учетом способов допосевной обработки, уровня грунтовых вод и их минерализации, засоренности полей, запасов влаги в почве перед посевом и требований самих растений.

Основные приемы ухода за посевами включают получение дружных всходов и прореживание посевов, своевременные междурядные обработки почвы, культивации, мотыжения с прополкой сорняков в рядках, нарезку поливных борозд с одновременным внесением минеральных удобрений и поливы. Опаздывание с полевыми работами ухудшает рост и развитие растений, урожай снижается.

Особое внимание при выращивании сельскохозяйственных культур уделяют получению дружных всходов и сохранению заданной густоты стояния растений. Получение дружных всходов возможно только после правильной и качественной предпосевной и междурядных обработок почвы.

Чтобы семена равномерно заделывались на глубину 4—5 см, поле, предназначенное под посев, должно быть тщательно спланировано, края полей, где много ям, бугров, образовавшихся во время пахоты, выровнены. После планировки взошедшие сорняки уничтожают сплошной культивацией или дискованием. На полях, где почва за осенне-зимний период сильно уплотнилась, проводят рыхление с одновременным уничтожением сорняков. Качественная предпосевная обработка почвы позволяет хорошо подготовить поля под посев, уничтожить сорняки, снизить затраты труда на последующие прополки.

Если посев проводится в ранние сроки (10—25 апреля), в верхнем слое почвы обычно бывает достаточно влаги для прорастания семян и получения полноценных всходов. Иногда же влага из верхних горизонтов после многократных сплошных обработок почвы теряется. Для средних и тяжелых по механическому составу почв наличие влаги перед посевом в пределах 14—16% от массы или 55—62% от ППВ не обеспечивает нормального получения всходов — они появляются неравномерно и с большим опозданием. Это отрицательно сказывается на урожае и качестве продукции.

Учитывая трудность получения полноценных всходов для поздних сроков посева (25—30 апреля), в условиях, когда естественной влаги бывает недостаточно, проводят предпосевные поливы.

Следовательно, для получения дружных всходов при естественных запасах влаги необходимо тщательно готовить почву, соблюдать глубину заделки семян. После проведения подпитывающего полива или от выпадающих атмосферных осадков может образоваться почвенная корка. С появлением почвенной корки на посевах сразу же приступают к ее разрушению ротационными и рыхлящими орудиями. На полях, где всходов еще нет, против почвенной корки применяют легкие бороны «Зигзаг» на тракторной тяге. Боронуют поле поперек посева в один след.

На полях, где частично появились всходы, применяют тракторные культиваторы с навешенными на них по линии посева ротационными звездочками «РОР», а в междурядьях пускают подрезающие и рыхлящие рабочие органы, бритвы, наральники. Глубина рыхления почвенной корки по линии посева не должна превышать 2—3 см, а в междурядье 6 см. Почвенная корка, образовавшаяся до появления всходов, губительно действует на проростки и, если она не будет разрушена в течение 2—3 дней, это может вызвать большую изреженность или гибель растений. Все поле придется пересевать. Отсюда вытекает большая важность борьбы с почвенной коркой на посевах. Иногда для этого применяют подпитывающий полив, который размягчает корку и обеспечивает получение полноценных всходов.

Чтобы создать для растений оптимальные условия роста и развития, необходимо поле на протяжении всего вегетационного периода содержать в глубоко разрыхленном, влажном и чистом от сорняков состоянии.

3. Междурядные обработки

Рост и развитие сельскохозяйственных растений в условиях орошения определяются количеством доступной влаги в почве, а также способами ее регулирования в послеполивной период. Особое значение для сокращения потерь воды из почвы после поливов приобретают междурядные обработки, проводимые в период вегетации.

Междурядные обработки—культивации с нарезкой поливных борозд и внесением минеральных удобрений проводятся для обеспечения растений элементами питания и доступной влагой. После вегетационных поливов почва в междурядьях сильно уплотняется. Это от-

рицательно сказывается на воздушном и водном режимах почвы, вызывает ухудшение роста и развития растений, продуктивность их снижается. В условиях орошения после каждого полива с наступлением спелости почвы проводится рыхление междурядий. Почва рыхлится так, чтобы она была в мелкокомковатом состоянии и на поверхности создавался мульчирующий слой, снижающий испарение влаги.

В рыхлой почве усиливается воздухообмен, более активной становится деятельность микроорганизмов, увеличивается водопроницаемость почвы—способность ее пропускать через себя воду, а это особенно важно для орошаемого земледелия.

Междурядные обработки на пропашных культурах выполняются культиваторами-растениепитателями различных марок (КРХ-4, КРХ-4М и др.), которые навешивают на тракторы Т-28Х и МТЗ-50 (рис.20). Культиваторы подрезают сорняки в междурядьях, нарезают поливные борозды, обеспечивают качественное рыхление почвы.

Качество рыхления междурядий считается нормальным, если около 40% частиц почвы не превышают по размеру более 10 мм, пересушенных или переувлажненных комьев нет.

Урожай сельскохозяйственных культур во многом определяется сроками проведения междурядных обработок, так как задержка с рыхлением почвы приводит к потерям влаги после поливов. В конечном счете урожай снижается на 20—30%.

Культивацию междурядий проводят только после наступления спелости почвы, когда она легко поддается механической обработке и можно добиться хорошей ее разделки. На легких по механическому составу почвах спелость наступает быстрее, а на тяжелых позднее. Сроки культивации зависят прежде всего от спелости почвы, а также от развития растений, затеняющих почву.

Междурядные обработки тесно увязывают с вегетационными поливами, чтобы избежать потерь воды на испарение. Для правильного сочетания поливов, внесения удобрений и прополок сорняков нужно вводить графики поливов и составлять межбригадный и внутрибригадный водооборот. В бригаде следует поливать ежедневно такую площадь, чтобы ее можно было своевременно прокультивировать и уничтожить сорняки.

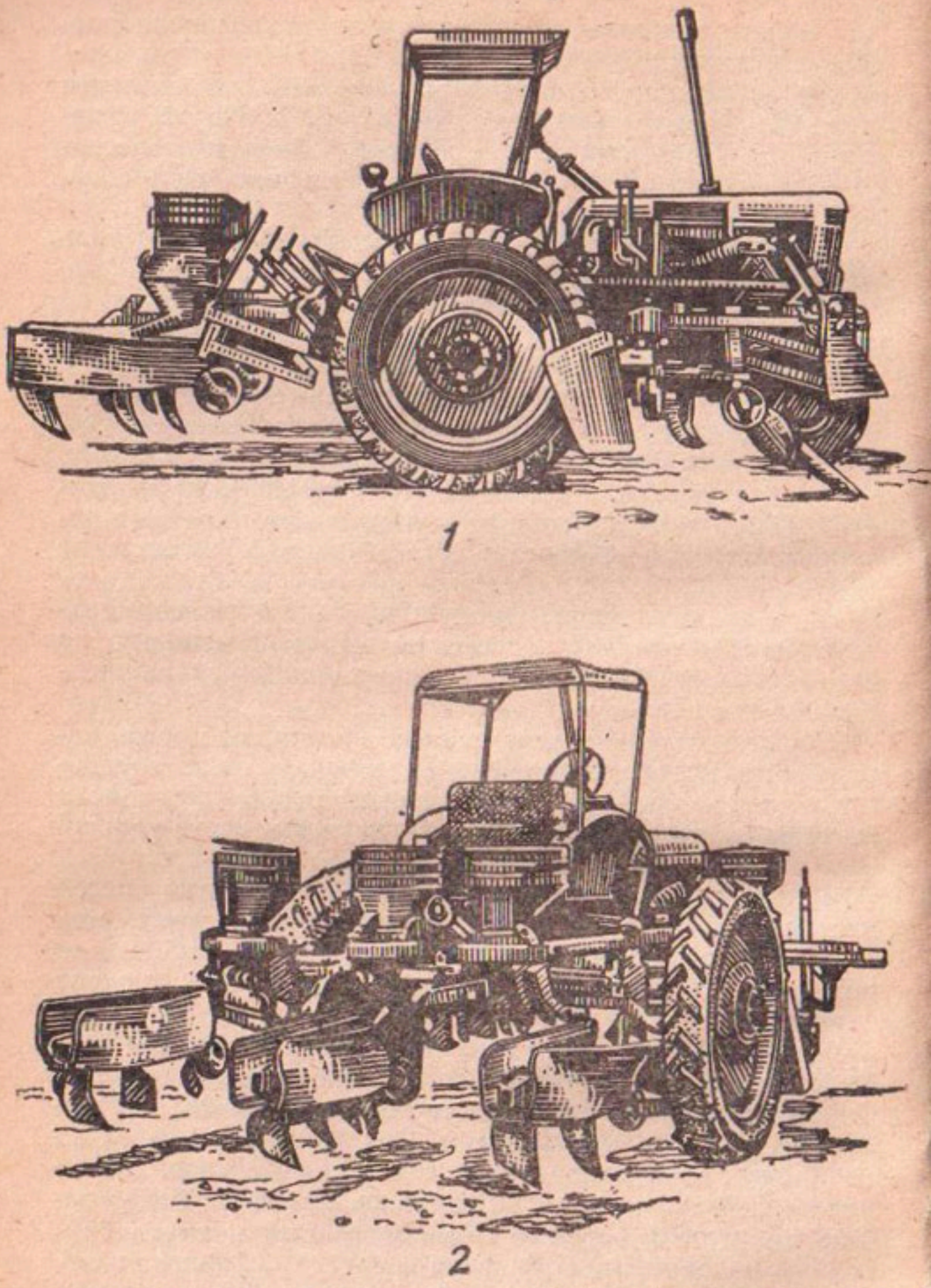


Рис. 20. Модернизированный культиватор КРХ-4М:

1 — вид сбоку; *2* — вид сзади.

При глубоком рыхлении междурядий часто повреждается корневая система растений. Например, у кенафа при глубокой (более 20 см) обработке повреждается около 25—30% мелких и крупных деятельных корней. Повреждение корневой системы отрицательно сказывается на обеспечении сельскохозяйственных растений влагой и элементами питания даже при наличии достаточного количества воды в почве Сильное повреждение корневой системы во время глубоких междурядных обработок снижает урожайность хлопка-сырца (табл. 42).

Таблица 42

Потери влаги, засоренность поля и урожай хлопка-сырца в зависимости от глубины междурядных обработок

Глубина обработки, см	Потери влаги за период набухания, м³/га		Засоренность поля, тыс. шт/га			Урожай	
	7-23/VI	8-23/VII	до обработок	перед 3-й обработкой	перед 4-й обработкой	ц/га	%
6—8	466	815	76	29	26	41,7	99
10—12	444	764	66	21	13	42,1	100
16—18	376	406	38	21	9	37,5	89

К тракторным культивациям приступают только после появления полных всходов. Чтобы во время движения трактора молодые проростки не засыпались землей, работают на пониженных скоростях. Первую тракторную культивацию в центральной климатической зоне заканчивают к 5—10 мая. В каждое междурядье направляют по две хорошо отточенные бритвы, а в середине (если почва уплотнилась) устанавливают наральник. В стыковых междурядьях размещают по одной бритве и одному наральнику, так как они работают в двух проходах.

За период вегетации растений в орошаемых условиях проводят три-четыре тракторные культивации: первую — 1—10 мая в фазу двух-трех настоящих листьев, вторую 25—30 мая в фазу бутонизации, третью — 10—15 июня в начале цветения растений и четвертую — 25—30 июня в фазу цветения—плодообразования. Глубина первой культивации — 6—8 см, второй — 10—12, последующих — 16—18 см.

Сорняки в междурядьях подрезают рабочими органами, которые устанавливают как на передней, так и на задней секции культиватора — всего 12 бритв и семь стрельчатых лап.

При однострочном способе сева для рыхления почвы в междурядьях 50 или 60 см до поливов на культиватор устанавливают только подрезающие рабочие органы. Защитная зона до растений при первой и второй культивациях 8—10, при последующих — 6—8 см. Почву после полива рыхлят стрельчатыми лапами и наральниками. В междурядьях 60 и 90 см устанавливают по три лапы, рассредоточив их по грядилям. Для рыхлящих рабочих органов защитная зона должна быть больше, чем для подрезающих.

После тракторных культиваций сразу же пропалывают сорняки. Всего за период вегетации на посевах хлопчатника и кенафа делают два-три мотыжения с прополкой сорняков в рядках. Установлено, что увеличение числа прополок с одной до двух дает значительную прибавку урожая хлопка-сырца, зерна кукурузы, стебля и семян кенафа.

В новой зоне орошения Голодной, Джизакской и Каршинской степей хлопчатник возделывают с междурядьями 90 см. В связи с расширением междурядий увеличилась и глубина культиваций: до 10—12 см при первой, 14—16 см при второй и 20—24 см при последующих обработках.

Оптимальное сочетание площадей полива с междурядными обработками достигается выполнением плана водооборота. Забор воды в бригаду, отделение или хозяйство увязывается с наличием пропашных тракторов для нарезки поливных борозд и проведения культиваций после полива. Строгая увязка междурядных обработок с поливами и коэффициентами использования воды достигается на основе расчета удельной суточной ее подачи. Суточный расход воды можно определить по формуле:

$$Q_{сут} = \frac{m}{86{,}4} \cdot \frac{P_A}{t},$$

где m — поливная норма, м³/га; P_A — площадь, предназначенная для полива; t — время полива в сутках; 86,4 — коэффициент для перевода м³/сут в л/с.

Пример. Требуется рассчитать удельный расход воды на ороситель для бригады, за которой закреплено 274 га хлопчатника,

междурядья 90 см, а также потребность в пропашных тракторах. Планом предусмотрено очередной полив нормой 1200 м³/га завершить за 18 дней.

Чтобы уложиться с поливами в намеченные сроки, суточный расход воды должен быть:

$$Q = \frac{P_{\text{л}} \cdot m}{t \cdot 86400} = \frac{274 \cdot 1200}{18 \cdot 86{,}4} = 280{,}8 \text{ л/с}.$$

Расход воды по оросителю соответственно должен быть 280,8 л/с. Чтобы не допустить разрыва между поливами и междурядными обработками, необходимо учесть производительность работы тракторов на нарезке поливных борозд с внесением удобрений и культивациях и рассчитать потребное их количество по формуле Х. А. Ахмедова:

$$T = \frac{4 \cdot P}{t(W_{\text{нб}} + W_{\text{пр}})},$$

где $W_{\text{нб}}$ — производительность на нарезке борозд, га; $W_{\text{пр}}$ — производительность на продольной культивации, га; t — время в сутках; P — площадь, га; 4— коэффициент.

Производительность пропашного трактора Т-28Х на нарезке поливных борозд с внесением минеральных удобрений при междурядьях 90 см за световой день —9 га, а на междурядной культивации — 12 га. Потребность в пропашных тракторах для нарезки борозд и культиваций на площади 274 га выразится расчетами:

$$T = \frac{4 \cdot 274}{18(12+9)} = \frac{1096}{378} = 3 \text{ трактора}.$$

При нарезке поливных борозд с одновременным внесением минеральных удобрений требуется проводить качественные поливы, увлажняя почву методом инфильтрации, т. е. за счет водоподъемной способности. Не следует допускать сброса воды, с которой вымывается много удобрений.

Если при нарезке получаются кривые шероховатые борозды, вода с трудом проходит по ним, уменьшается скорость добегания, осложняется работа трактористов при культивациях. Из-за боязни повредить растения они увеличивают защитную зону, и обрабатываемая часть междурядий сокращается. Это увеличивает затраты ручного труда на уничтожение сорняков.

Основная задача тракторных культиваций — поддерживать почву в рыхлокомковатом состоянии, уничтожать сорняки в междурядьях. Число культиваций и нарезок поливных борозд зависит от режима орошения. Повторные культивации на полях с рыхлой почвой и не имеющих сорняков в междурядьях считаются излишними и даже вредными.

При выращивании хлопчатника на почвах с близким стоянием грунтовых вод применяется схема полива 1—2—0, а число культиваций до начала поливов не превышает двух. Необходимость рыхления вызывается тем, чтобы предотвратить испарение и накопление солей в верхних горизонтах. Если выпадают атмосферные осадки, то рыхление почвы нужно повторить.

Для хлопчатника, кенафа и кукурузы за период вегетации требуется 3 — 5 продольных культиваций. В южной климатической зоне с увеличением числа поливов до 9—11 по схеме 3—5—1 и 3—6—2 количество продольных культиваций возрастает до шести, а иногда и до семи за вегетацию. Число культиваций зависит и от схемы посева. При широкорядных способах (90 см) культивации проводятся после каждого полива, а при междурядьях 60 см и смыкании рядков растений необходимость в междурядных обработках отпадает.

4. Нарезка поливных борозд

Высокое качество поверхностного полива инфильтрацией, т. е. увлажнением гребней борозд капиллярным путем снизу вверх, зависит от уклонов участка, глубины поливных борозд и размещения их по центру междурядья. Техникой нарезки поливных борозд определяется качество полива, внесения минеральных удобрений в подкормки, а также качество междурядных обработок.

Для первого полива нарезают неглубокие (10—12 см) борозды, чтобы не засыпать молодые растения. На луговых и лугово-болотных почвах с близкими грунтовыми водами первый вегетационный полив дают в фазу бутонизации, когда растения уже достаточно высокие. Поэтому поливные борозды могут быть и поглубже — до 12—14 см. При последующих нарезках поливных борозд глубину доводят до 14—16 см.

На тяжелых глинистых почвах нарезают борозды более глубокие, чем на легких, так как увлажнение гребней борозд на песчаных почвах затрудняется из-за слабой их водоподъемной способности.

Одновременно с нарезкой поливных борозд вносят минеральные удобрения на глубину 4—5 см ниже дна поливной борозды.

Своевременные и качественные междурядные обработки направлены на предотвращение испарения влаги

с поверхности почвы и повышение впитывания воды при последующих поливах.

5. Борьба с сорняками

Сорная растительность наносит огромный ущерб сельскому хозяйству, особенно в условиях орошаемого земледелия. Большая часть поливной воды и минеральных удобрений поглощается сорняками, урожайность сельскохозяйственных культур снижается, увеличиваются затраты ручного труда по уходу за посевами, качество продукции ухудшается. Сорные растения служат очагами распространения сельскохозяйственных вредителей. Паутинный клещик, совки, карадрины, трипсы в начале лета развиваются на сорняках, произрастающих на межниках, обочинах дорог, по берегам каналов, а потом переходят на культурные растения. Несвоевременное удаление сорняков может привести к снижению урожая хлопка-сырца до 20%, стеблей кенафа на 25—30%. Затраты ручного труда на дополнительное уничтожение сорняков возрастают на 25—30%.

В орошаемом земледелии встречается более 74 видов сорняков из 27 семейств (Б. Г. Алеев, 1965). По биологическим особенностям они делятся на однолетние и многолетние. Из однолетних (однодольных и двудольных) наиболее распространены щирица, марь белая, паслен черный, портулак огородный, куриное и рисовое просо, канатник и гибискус.

Из многолетних чаще встречаются корнеотпрысковые и корневищные сорняки, с которыми очень трудно бороться. К корнеотпрысковым сорнякам относятся верблюжья колючка, вьюнок полевой и додарция восточная, к корневищным — свинорой, гумай, камыш, сыть круглая и хвощ полевой.

Меры борьбы с сорняками сводятся к агротехническим, химическим и биологическим приемам. В последние годы в борьбе с сорняками стали применять огневые культиваторы КО-2,4. При сплошной обработке огнем погибают не только стебли и корневища, но и семена сорняков.

Агротехнические меры борьбы с сорняками складываются из зяблевой вспашки, уничтожения проростков после запасных и предпосевных поливов и при междурядных обработках в период вегетации.

Наибольшее распространение получили химические меры борьбы с сорняками. На межах, обочинах, в руслах оросителей и коллекторов сорняки уничтожают гербицидами сплошного действия — минеральной эмульсией пентахлорфенола в 5%-ной концентрации. Расход эмульсии до 3000 л/га. В борьбе с сорняками и повиликой на прилегающих участках каналов применяют нитрафен в концентрации 4%. Расход эмульсии 1000 л/га. Многолетние сорняки на оросительных каналах уничтожают препаратами хлор-ИФК и далапоном. Хлор-ИФК вносят в растворенном виде на откосы каналов из расчета 16—20 кг/га. Расход — 200 л/га. Опрыскивание сорной растительности эмульсией далапона производится из расчета 20 — 30 кг/га. После уничтожения сорняков гербицидами уменьшается шероховатость стенок и дна каналов, пропускная способность их увеличивается, потери воды на фильтрацию сокращаются на 25—30% (А. Ахмедов, 1969). Если учесть, что средняя засоренность русла каналов достигает 18 — 40 шт. многолетних и 30—50 шт. однолетних сорняков на 1 м², то на периодические скашивания их в интервале 4—5 недель и выдергивание вручную требуются затраты ручного труда на сумму 35—40 руб/га. Борьба с сорняками на межниках, обочинах дорог и каналах с применением эффективных гербицидов значительно дешевле и менее трудоемка.

Семена сорняков распространяются при помощи человека и животных, переносятся ветром и водой. В период вегетации они вместе с водой попадают на орошаемые поля. Наибольшее их количество размещается поблизости от выпусков воды на поливные участки. Поэтому на водовыпусках устанавливают сетки для их улавливания. И все же большинство семян попадает на поля, а это требует вести борьбу с ними в посевах.

Наиболее перспективны для борьбы с однолетними сорняками в посевах хлопчатника и кенафа гербициды котoран и прометрин, которые могут уничтожать 85—90% сорняков.

Испытания подтвердили, что котoран на луговых почвах оказывал сильное действие на сорняки в посевах хлопчатника. На контрольном варианте с двумя-тремя ручными прополками средняя засоренность была 59 шт. на 1 м². После опрыскивания почвы в рядках одновременно с посевом хлопчатника засоренность полей резко

сокращалась. Так, при внесении 0,75 кг/га которана засоренность уменьшилась на 56,2%, при дозе 1,5 кг/га — на 86,3%, при 2,2 кг/га — на 90—93% и при 3 кг/га — на 96—98%. Дозы которана в 2—3 кг/га оказались достаточными при ленточной обработке, чтобы полностью уничтожить однолетние сорняки в посевах хлопчатника (рис. 21). Подсчеты густоты стояния, высоты растений и

Рис. 21. Борьба с однолетними сорняками в посевах хлопчатника с помощью гербицида которан.

учеты урожая показали, что даже при высоких нормах расхода препарата угнетения роста растений хлопчатника не наблюдалось. На сероземной почве в отдельные годы после внесения которана и выпадения обильных осадков отрицательное действие его проявлялось в подсыхании семядольных листочков хлопчатника.

Применение которана против однолетних сорняков в посевах хлопчатника экономически выгодно. Стоимость двух мотыжений с прополкой сорняков по принятым расценкам достигает 88 руб., а только сокращение ручного труда после химической прополки может дать экономию 57 руб/га. Внесение которана обеспечивает забег в росте и развитии растений и дает прибавку урожая до 3 ц/га хлопка-сырца. Доход, полученный от реализации дополнительной продукции, составляет 253,9 руб. с каждого гектара. Испытания селективных (избирательных) гербицидов против однолетних сорняков в посевах хлоп-

чатника на сероземных и луговых почвах дают возможность утверждать, что котоpан—один из наиболее эффективных препаратов, особенно при достаточных запасах влаги в почве.

Чтобы повысить эффективность гербицидов, в середине или конце марта проводят предпосевной полив нормой 1400—1600 м³/га, который обеспечивает накопление влаги в почве к моменту сева в пределах 75—85% ППВ.

На посевах кенафа наиболее эффективными гербицидами считаются котоpан и прометрин. Затраты ручного труда на борьбу с сорняками в посевах зеленцового и семенного кенафа, выращиваемого на сероземных, луговых и лугово-болотных почвах, оцениваются в 70—90 руб./га. Своевременное удаление сорняков обеспечивает прибавку урожая стебля, которая выражается суммой 240—270 руб./га за вычетом затрат на приобретение и внесение ядохимикатов. Внесение гербицидов в значительной мере сокращает затраты ручного труда при выращивании зеленцового и семенного кенафа. Дозы котоpана и прометрина на сероземных почвах не должны превышать 1,5 кг/га, на луговых и лугово-болотных — 2,5 кг/га.

В посевах риса наиболее злостными сорняками являются однолетние злаковые — куриное просо (шамак) и длинноплодное просо (курмак). Затраты средств даже в передовых хозяйствах при урожайности 40—50 ц/га составляют 10—15 руб. на центнер продукции, из которых 50% расходуется на борьбу с сорняками.

Против сорняков в посевах риса применяют гербициды пропанид и СТАМ Ф-34, которые вносят при появлении на растениях трех-четырех листочков. Наблюдения и подсчеты густоты стояния показали, что препарат не угнетает рост растений риса. Засоренность посевов при внесении препарата в дозах 20 кг/га сократилась на 75%, 25 кг/га — на 88% и 30 кг/га — на 91,4%, а при ручных прополках — лишь на 68%. Экономическая эффективность замены ручных прополок химической обработкой составила 140 руб/га.

В посевах кукурузы против сорняков применяют симазин (50%-ный смачивающийся порошок). Лучшие результаты достигаются при внесении на каждый гектар посевов по 6—8 кг д. в. Норма расхода суспензии на сплошное опрыскивание почвы — 400—600 л/га. Внесение симазина в дозах 6—8 кг/га одновременно с посевом

или сразу же по посеву вызывало гибель сорняков на 85—90 %, и этого было достаточно, чтобы не применять ручную прополку. Урожай зерна и силосной массы при этом не снижался или был даже выше, чем на полях, где сорняки пропалывали два раза вручную.

ГЛАВА XI. ОСОБЕННОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ ПРИ ОРОШЕНИИ

1. Эффективность удобрений при орошении

Минеральные удобрения—важнейший фактор интенсификации сельскохозяйственного производства, одно из наиболее эффективных средств повышения урожайности при орошении. Рост урожаев хлопка-сырца, волокна и семян кенафа, зерна кукурузы и других культур во многом определяется правильными расчетами режимов орошения и необходимого количества минеральных удобрений.

В орошаемом земледелии наибольшую отдачу от минеральных удобрений можно получить при возделывании технических культур—хлопчатника и кенафа. Если учесть, что производство минеральных удобрений к 1980 г. возросло до 120 млн. против 75 млн. в 1975 г., то вполне оправданным можно считать решение об использовании их в максимальных количествах именно в условиях орошаемого земледелия и обязательно в севооборотах. Подсчитано, что если в хлопково-люцерновых севооборотах на 1 кг азота можно получить 18—20 кг хлопка, то на полях с бессменными культурами только 8—10 кг. Учитывая высокую окупаемость минеральных удобрений в условиях орошаемого земледелия, необходимо сократить их потери до минимума при транспортировке, хранении и особенно при внесении в почву в подкормки и при поливах.

Для получения высоких урожаев хлопка-сырца средневолокнистых сортов необходимо поддерживать предполивную влажность почвы на уровне 70—75% ППВ и вносить азота 250, фосфора 175 и калия 100 кг/га. У тонковолокнистых сортов хлопчатника вегетационный период более продолжительный и водопотребление возрастает на 35—40%. Растения этих сортов имеют бо́льшие облиственность и число коробочек, поэтому потребление минеральных удобрений также возрастает на 25—30% по

равнению со средневолокнистыми сортами. Еще более высокие затраты питательных элементов определены для выращивания зеленцового кенафа. Чтобы получить 100 ц/га сухого стебля, необходимо давать восемь-девять поливов. Растения при этом из почвы выносят 120—150 кг/га азота, 60—80 кг/га фосфора и 120—160 кг/га калия. Один из главных приемов повышения эффективности удобрений — создание оптимальной влажности почвы. Удобрения доступны растениям только при условии их растворения и поступления в почвенный раствор. Растения могут свободно поглощать почвенный раствор только при слабой его концентрации, что достигается оптимальным количеством поливов.

Большинство сельскохозяйственных растений, возделываемых при орошении, наиболее отзывчивы к азоту, а потом уже к фосфору и калию. При недостатке азота у растений нарушаются жизненные процессы, а излишне внесенный азот, особенно в условиях орошения, ослабляет интенсивность фотосинтеза и образования углеводов, продуктивность снижается, усиливается заболеваемость растений.

При определении норм азотных удобрений учитывают их физические свойства и поведение в почве. На сероземных и луговых почвах с глубоким залеганием грунтовых вод (3—4 м) лучшие результаты дает внесение азотных удобрений в виде нитратов. На лугово-болотных почвах с близким стоянием грунтовых вод, чтобы уменьшить потери азотных удобрений на вымыв, целесообразнее использовать их в виде сульфата аммония, более стойкого к вымыванию.

Пропашные культуры, выращиваемые при орошении, обладают высокой отзывчивостью к фосфорным удобрениям. При недостатке фосфора молодые растения имеют угнетенный вид и слабо развиваются. Усиленный рост, развитие растений и накопление урожая заметно проявляются при внесении фосфорных удобрений на фоне азотных и калийных. В орошаемом земледелии Узбекистана из фосфорных удобрений наиболее широко распространен суперфосфат, содержащий около 16—18% усвояемого фосфора. Промышленность выпускает двойной, гранулированный, аммонизированный суперфосфат, содержащий до 30% фосфора.

На величину и качество урожая культур, выращиваемых при орошении, большое влияние оказывают ка-

лийные удобрения. При недостатке калия на листовых пластинках появляются светлые пятна и ожоги. Иногда наблюдается опадение листьев или полегание растений, которое усложняет машинную уборку. В орошаемом земледелии Узбекистана под большинство сельскохозяйственных культур калийные удобрения вносятся в виде хлористого калия с содержанием калия до 60—62%.

Важное условие эффективного применения удобрений под пропашные культуры — правильный выбор соотношений между элементами питания. Оптимальное соотношение азотных, фосфорных и калийных удобрений позволяет с наименьшими затратами элементов питания получать высокие урожаи при хорошем качестве продукции.

Одним из главных резервов повышения урожайности сельскохозяйственных культур при внесении повышенных норм минеральных удобрений является правильное сочетание питательного и водного режимов. Учитывая, что большинство сельскохозяйственных растений при орошении имеют довольно растянутый период питания, эффективность минеральных удобрений во многом определяется сроками их внесения, так как отзывчивость растений к питательным веществам в количественном и качественном отношении в период вегетации далеко неодинакова.

Эффективность минеральных удобрений при орошении основана на более полном их усвоении при дробном внесении в почву.

Для получения высоких урожаев нормы минеральных удобрений должны строго сочетаться с режимом орошения, число поливов здесь имеет решающее значение и определяет эффективность удобрений. Минимальная оросительная норма (4000 м³/га) даже на фоне высоких норм (180 кг/га) азота и фосфора не обеспечивала повышения урожайности. Если же оросительную норму увеличивали в два раза (до 8000 м³/га), прибавка урожая хлопка-сырца возрастала до 11,5 ц/га (табл. 43).

Высокой окупаемости минеральных удобрений можно добиться только при правильном их сочетании с орошением. Увеличивая дозы минеральных удобрений, нужно повышать предполивную влажность почвы с 60 до 75 и 80% ППВ (П. В. Протасов и Ю. Х. Хусанбаев, 1970). Однако необходимо иметь в виду, что неправильно выбранные элементы техники полива (длина борозд, размеры

Таблица 43

Урожай хлопка-сырца при различных оросительных нормах и дозах минеральных удобрений (по *В. В. Полторацкому*, СоюзНИХИ, 1964)

Доза удобрения, кг/га	Урожай хлопка-сырца, ц/га			Прибавка урожая за счет увеличения оросительной нормы при различных дозах удобрений, ц/га
	при 3 поливах 4000 м³/га	при 6 поливах 6000 м³/га	при 8 поливах 8000 м³/га	
0	24,6	28,5	25,7	1,1
N_{60} P_{60}	29,5	38,4	35,6	6,1
N_{90} P_{90}	30,6	40,4	40,3	9,7
N_{120} P_{120}	32,6	41,1	43,8	11,2
N_{180} P_{180}	35,5	44,2	47,0	11,5
Прибавка урожая за счет удобрений—доза 180 кг/га при разном поливном режиме, ц/га	10,9	15,7	21,3	–

бороздковой струи), могут вызвать смыв и большие потери удобрений со сбросной водой. Если в период вегетации удобрения вносились не на заданную глубину (5—6 см ниже дна борозды) и без заделки в почву, в сбросной воде резко повышалось содержание азота. Потери азотных удобрений могут происходить и при затоплении почвы в случае неправильного проведения полива. На полях, где поливы проводились затоплением, в послеполивной период в почве образуется большое количество денитрифицирующих бактерий, которые, поглощая нитраты, отщепляют от них кислород, а азот, улетучиваясь в атмосферу, навсегда теряется для растений. Поэтому содержание нитратного азота в почве в послеполивной период резко сокращается, а это ухудшает питательный режим и отрицательно сказывается на продуктивности сельскохозяйственных растений.

На легких песчаных почвах значительные потери удобрений могут быть при внесении повышенных (250—300 кг/га) норм. Увеличение оросительных норм до 10—15 тыс. м³/га и обильные атмосферные осадки могут вызвать значительные потери удобрений на просачивание в почвогрунты и грунтовые воды.

Чтобы не допустить потерь минеральных удобрений сбросной водой и на денитрификацию, поливы проводят переменной бороздковой струей. Увлажнение почвы должно идти инфильтрацией, т. е. подпитыванием снизу вверх. Не следует допускать затопления поверхности почвы и образования корки, а потери воды на сброс надо свести к минимуму.

Поливы хлопчатника и кенафа по бороздам приводят к частичному вмыванию в глубокие слои почвы элементов питания, которые затем подтягиваются в верхние горизонты и накапливаются на поверхности борозд и гребней.

Если после внесения минеральных удобрений поливы даются большой нормой (промывного типа), то это приведет к потерям азота вследствие оттока его с грунтовыми водами и сбросной водой. Такое явление наблюдается особенно часто на полях с неровным рельефом и при малых уклонах.

На почвах с близким стоянием пресных грунтовых вод поливы желательно проводить дождевальными машинами, небольшой поливной нормой. Это положительно скажется на увлажнении расчетного слоя почвы и предотвратит вымыв удобрений в грунтовые воды.

Повышенный эффект от удобрений можно получить только при правильном сочетании поливов с междурядными обработками почвы.

Внесение минеральных удобрений снижает транспирационный коэффициент и коэффициент водопотребления, поэтому с увеличением доз минеральных удобрений оросительные нормы следует увеличивать, так как урожайность возделываемых культур при этом возрастает.

2. Сокращение потерь удобрений при поливах

Эффективность минеральных удобрений во многом зависит от способов их внесения. Под пропашные культуры их вносят на определенную глубину, заделывают в почву и своевременно проводят очередной вегетационный полив. Чтобы повысить эффективность минеральных удобрений, на орошаемых землях их используют дробно. Под зяблевую пахоту вносят устойчивые к вымыванию удобрения, двумя способами—локально или вразброс. Для этой цели применяют туковые сеялки. В последние годы все шире для этого применяют самолеты. Если проводится двухъярусная пахота, на плуги ус-

танавливают тукоразбрасыватели, которые одновременно со вспашкой заделывают фосфорные и калийные удобрения на глубину 15 и 30 см.

В условиях орошаемой зоны Средней Азии наибольшая окупаемость удобрений урожаем отмечена при внесении их под зябь, одновременно с севом и в период вегетации в подкормки. В колхозе им. Димитрова Галабинского района Ташкентской области при разовом внесении всей нормы азотных удобрений содержание нитратного азота в грунтовой воде, взятой на орошаемом поле, достигало 230—300 мг/л. Поэтому чтобы сократить потери азота со сбросной и фильтрующейся водой при поливах и равномерно обеспечить растения элементами питания, минеральные удобрения необходимо вносить дробно: до посева или одновременно с севом и назначать две-три подкормки в вегетацию.

Азотные и фосфорные удобрения по 25—30 кг/га д. в. можно вносить двумя способами: разбрасыванием по вспаханному полю или одновременно с посевом. Наиболее совершенный способ—внесение удобрений одновременно с посевом, при котором молодые растения более полно обеспечиваются азотно-фосфорным питанием.

Удобрения заделывают в почву культиватором КРХ-4, дисковыми боронами БДТГ-2,6 или чизель-культиватором ЧКУ-4.

Хорошие результаты получены при внесении сульфата аммония в сочетании с гранулированным суперфосфатом.

Широкие производственные испытания в колхозах им. Свердлова и «Политотдел» Коммунистического и им. Димитрова Галабинского районов Ташкентской области подтвердили высокую эффективность внесения удобрений одновременно с севом: прибавка урожая хлопка-сырца достигала 5 ц/га, а стебля кенафа — до 20 ц/га.

Основные нормы азотных и оставшиеся после предпахотного внесения фосфорные и калийные удобрения вносят в период вегетации в подкормки, чтобы обеспечить растения питанием в соответствии с их потребностью. В первую подкормку до начала бутонизации удобрения заделывают сбоку рядка поближе к растениям, а в последующие подкормки — в середину междурядий.

Исследования, проведенные в СоюзНИХИ, показали, что при орошении азотные удобрения хорошо передви-

гаются по профилю почвы и слабо в боковом направлении. Поэтому для ускорения поглощения удобрений корневой системой их следует вносить сбоку рядка не далее 15 см от растений.

Ранние азотные подкормки в фазу трех-четырех настоящих листочков совмещают с первой тракторной междурядной обработкой.

После подкормки сразу же проводят инфильтрационный полив по бороздам без сброса воды. Это повышает окупаемость удобрений урожаем.

На посевах тонковолокнистого хлопчатника в Шерабадском районе Сурхандарьинской области повышение предполивной влажности с 60 до 75 % ППВ за счет увеличения числа поливов с пяти до семи повышает окупаемость минеральных удобрений, урожай хлопка-сырца возрастает с 30 до 42 ц/га (табл. 44).

Таблица 44

Эффективность минеральных удобрений ($N_{220}P_{152}K_{80}$) при различном числе поливов тонковолокнистого хлопчатника
(по *Д. Хасанову, В. Т. Льву*, 1974—1976)

Оросительная норма, м³/га	Число поливов	Высота растений, см	Число коробочек, шт.	Урожай, ц/га	Затраты воды на 1 ц хлопка-сырца, м³
7400	5	84,4	8,1	30,1	248
7800	6	97,9	9,6	35,8	206
8700	7	111,6	11,4	42,5	204
9000	8	121,3	10,8	39,8	246

Самый высокий чистый доход (1489 руб/га) получен на полях, где при высоких нормах минеральных удобрений и высокой влажности почвы создавались хорошие условия для роста и развития растений. При оптимальном режиме орошения (оросительная норма 8,7 тыс. м³/га, семь поливов по схеме 1—4—2) получена самая высокая рентабельность — 113, 7% против 69% при пяти поливах оросительной нормой 7,4 тыс. м³/га.

На посевах кенафа повышение предполивной влажности почвы до 75—80 % ППВ за счет увеличения числа поливов до девяти оросительной нормой 9 тыс. м³/га на фоне минеральных удобрений создает высокую (11—16 ц/га) прибавку урожая стебля. Повышенные нормы (до 300 кг/га д. в.) минеральных удобрений при ороси-

тельной норме 5—6 тыс. м³/га позволяли получать по 45—49 ц/га луба. Если же оросительную норму на таком фоне удобрений увеличивали до 7,9 тыс. м³/га, то урожай повышался до 54—58 ц/га, а при оросительной норме 10 тыс. м³/га урожай луба возрос до 65—70 ц/га, на 23% больше, чем на контроле.

Следовательно, увеличение норм минеральных удобрений в сочетании с большим числом поливов можно считать одним из резервов дальнейшего повышения урожайности хлопчатника и кенафа.

Экономическая эффективность от повышенных норм минеральных удобрений и поливов составляет от 900 до 1906 руб. с каждого гектара, за вычетом затрат на приобретение и внесение удобрений и на дополнительное орошение.

Большую актуальность приобретает повышение эффективности вносимых минеральных удобрений на засоленных землях. На хорошо промытых слабозасоленных почвах прибавка урожая хлопка-сырца от повышенных норм удобрений достигала 14,4—21,3 ц/га, а на среднезасоленных недостаточно промытых почвах эффекта от удобрений не получено. На почвах, подверженных засолению, с увеличением числа поливов и норм минеральных удобрений со 140 до 255 кг/га по азоту, с 89 до 105 кг/га по фосфору урожай хлопчатника повышался с 29 до 38 ц/га (Ш. Батькаев, 1976). Высокая окупаемость минеральных удобрений урожаем хлопка-сырца на засоленных землях Голодной степи определяется установлением в период вегетации промывного режима орошения, позволяющего поддерживать оптимальную концентрацию почвенного раствора и поглощение его растениями. Внесение повышенных норм минеральных удобрений на фоне промывного режима орошения позволяет увеличить коэффициенты их использования растениями по фосфору с 40,4 до 56,1%.

ГЛАВА XII. ОРОШЕНИЕ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР НА ЗАСОЛЕННЫХ ЗЕМЛЯХ

1. Характеристика почв по степени засоления

Как уже отмечалось, половина орошаемых земель в Узбекистане засолена и подвержена засолению. Поэтому приходится выполнять большие объемы мелиоратив-

ных работ, применять дифференцированные режимы орошения, чтобы не допустить избыточного накопления солей в корнеобитаемом слое почвы.

Одним из главных факторов, влияющих на степень засоления почв, являются поливные и минерализованные грунтовые воды, которые ухудшают мелиоративное состояние земель и снижают урожайность возделываемых культур. К категории засоленных земель относятся почвы, в которых легкорастворимые соли содержатся в количествах, угнетающих растения и снижающих урожайность. Наличие в почве растворимых солей вызывает ухудшение ее водно-физических свойств, снижение доступности для растений воды и элементов питания. По количеству солей и их распределению по горизонтам засоленные почвы можно разделить на две основные группы: солончаки и солончаковые почвы и солонцы и солонцеватые почвы. Солончаки и солончаковые почвы содержат в верхних горизонтах до 1,5—3% растворимых солей; почвы этой группы могут быть слабо-, средне- и сильнозасоленными. Для них характерно также близкое расположение минерализованных грунтовых вод (1—2 м) и опасность вторичного засоления.

По степени токсичности соли разделяются на слабо, средне и сильно вредные для растений. Встречающиеся в почвах соли располагаются по вредности в следующем порядке: $Na_2CO_3 > NaCl > Na_2SO_4$. Допустимое содержание наиболее вредных и опасных солей в почве для растений по карбонату натрия (нормальная сода Na_2CO_3) — 0,005 — 0,01%, хлористому натрию (поваренная соль NaCl) — 0,01 —0,02% и сернокислому натрию (глауберова соль Na_2SO_4) —0,3—0,5%. Перечисленные соли особенно сильно угнетают рост молодых растений.

В зависимости от типа солей, содержащихся в почве, засоление может быть хлоридное, сульфатно-хлоридное, сульфатное, хлоридно-сульфатное, содовое и смешанного типа.

По угнетению роста растений можно определить степень засоления почв: на почвах незасоленных— угнетения растений не наблюдается; на слабозасоленных — слегка угнетенные растения; на среднезасоленных — угнетенное состояние; на сильнозасоленных — сильно угнетенное и на солончаках растения погибают.

Вторая группа — солонцы и солонцеватые почвы распространены в степных и полупустынных районах, в нечерноземной, каштановой и сероземной почвенных зонах. Солонцеватые почвы характеризуются сильно щелочной реакцией и наличием в поглощающем комплексе обменного натрия.

Одним из главных источников засоления почв, как уже указывалось, считаются поливные и грунтовые воды, с которыми соли попадают на орошаемые поля, особенно в бессточных депрессиях и равнинных частях оазисов.

Высокая концентрация солей в почве проявляется в повышении осмотического давления почвенного раствора, препятствующего передвижению из почвы воды и элементов питания в растения. В растениях происходят необратимые процессы нарушения обмена веществ и в конечном итоге может наступить их гибель. В условиях орошаемого земледелия на засоленных и подверженных засолению почвах угнетение развития растений в значительной мере можно ослабить и предотвратить выбором оптимальных режимов орошения с учетом водно-физических свойств почвы.

Поступление в растения воды и элементов питания осуществляется за счет сосущей силы листьев и корней, и показатели этой силы у различных растений неодинаковы.

У одной группы растений (овощные культуры) сосущая сила, т. е. проявление всасывающего действия, находится на невысоком уровне — в пределах 2—5 атм, у технических культур (кенаф, хлопчатник) она повышается до 8—10—15 атм, а у растений, произрастающих только на засоленных землях, сосущая сила возрастает до 30—40 атм. Исследованиями установлено, что в зависимости от содержания в почве солей и влаги ее водоудерживающая способность меняется. Чем больше солей и меньше влаги в почве, тем выше ее водоудерживающая способность.

На засоленных землях даже при влажности почвы 18—20% от массы водоудерживающая способность почвы доходит до 18—30 атм (табл. 45). Если содержание влаги в почве уменьшается, то водоудерживающая способность почвы возрастает до 40 атм.

Поступление воды из почвы в растения определяется соотношением величин водоудерживающей способ-

Таблица 45

Водоудерживающая сила почвы в зависимости от содержания в ней солей (по *В. С. Шардакову*, 1953)

Незасоленные почвы		Слабозасоленные почвы (0,5% солей)		Сильнозасоленные почвы (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

ности почвы и сосущей силы листьев и корней. Если содержание солей в почве высокое, а влаги в ней мало, это создает физиологическую сухость почвы и расстройство минерального питания растений. С повышением концентрации солей в почве в растениях накапливается избыточное количество натрия и хлора и происходит солевое отравление. Очень часто в условиях избыточного засоления почв возникает вспышка щелочности, которая может вызывать гибель растений в течение двух-трех часов, но чаще всего это приводит к сильному угнетению и снижению урожайности возделываемых культур. Отрицательное действие солей на растения можно снизить применением промывного режима орошения и внесением повышенных норм минеральных удобрений.

Ослабить вредное действие солей на растения можно и выбором элементов техники поливов. Учитывая, что засоленные и подверженные засолению почвы в бассейнах рек Сырдарьи и Амударьи имеют малые уклоны и у них слабо выражена естественная дренированность при недостаточном количестве дренажных устройств, подъем минерализованных грунтовых вод за счет избыточного орошения может вызвать засоление земель.

Правильный выбор способов и техники поливов сельскохозяйственных культур на засоленных землях должен предупредить потери поливной воды в сброс и на фильтрацию. Благодаря этому можно не допустить резкого подъема минерализованных грунтовых вод выше допустимого (критического) предела и предотвратить вторичное засоление земель. В борьбе с потерями воды

на фильтрацию применяют специальные противофильтрационные покрытия каналов и строительство инженерных оросительных систем, где КПД использования воды достигает 0,8—0,9. Сократить потери поливной воды можно и установлением, особенно для новой зоны орошения, научно обоснованных поливных и оросительных норм. Применение механизированных и автоматизированных способов распределения воды внутри поливных участков в значительной степени снижает ее потери и подъем грунтовых вод. Особое значение при этом уделяется поливам из гибких трубопроводов, устройству закрытых оросительных систем и лотковой оросительной сети.

На засоленных почвах выбор способов и техники поливов во многом определяет степень соленакопления и урожайность сельскохозяйственных культур.

2. Промывной режим орошения на засоленных землях

Дополнительное накопление солей в почве заметно проявляется при установлении жесткого режима орошения. На засоленных и подверженных засолению почвах предполивная влажность для возделываемых культур должна быть выше, чем на незасоленных, особенно в фазу цветения — плодообразования. Для хлопчатника влажность в этот период должна быть в пределах 75—80%, а в фазу созревания — 70—75% ППВ. Повышение предполивной влажности почвы требует назначения и увеличенных поливных норм — по 1000—1200 м³/га, которые нужны для опреснения корнеобитаемого слоя и снижения концентрации почвенного раствора. Для сокращения потерь воды в сброс и на фильтрацию часто поливы на засоленных землях ведут дробно, т. е. увеличенную поливную норму подают тактами по 500—600 м³/га за один прием, а таких тактов может быть два-три. Такой способ орошения часто применяют в Бухарской и Хорезмской областях. Промывной режим орошения хлопчатника на засоленных землях в значительной степени может снизить содержание солей.

Промывной режим орошения обязателен для засоленных почв Голодной степи, иначе засоление может вызвать угнетение и гибель растений. Опреснительный режим орошения (по 240—440 м³/га) выше расчетной нормы создавал эффективное рассоление поч-

вогрунта; если весной в слое 0—1 и 1—3 м солей содержалось 0,300 и 0,610 %, то осенью только 0,270 и 0,560%. При опреснительном режиме орошения влажность почв поддерживалась на уровне 75% ППВ. На землях, подверженных засолению, опреснительные поливы в вегетацию обеспечивали хорошую промывку, а урожай хлопка-сырца возрастал до 30 ц/га. Когда промывной режим не применялся, то происходило ежегодное накопление солей. Если в 1970 г. содержание солей было 0,34%, то в 1971 г. — 0,37%, в 1972 г. — 0,41% по сумме, а урожай хлопка-сырца соответственно снижался с 22,3 до 19,4 и 17 ц/га. Таким образом, эффективность промывного режима орошения на засоленных землях Голодной степи, где возделывается хлопчатник, очевидна и целесообразна, особенно при наличии дренажа.

На засоленных землях Голодной степи грунтовые воды отводятся скважинами вертикального дренажа (около 1000), мелиорирующих 400 тыс. га орошаемых земель. Преимущество вертикального дренажа на фоне промывного режима орошения по сравнению с другими видами дренажа состоит в экономии земли и высокой эффективности. Вертикальный дренаж позволяет в два-три раза сократить сроки рассоления земель, в расчете на 1 га он выносит до 5 тыс. м³ воды и 17,1 т солей. При работе открытого горизонтального дренажа урожай хлопка-сырца не превышал 17—19 ц/га, на фоне вертикального дренажа в 1978 г. он возрос до 29 ц/га, а в отдельных хозяйствах до 35 — 40 ц/га. Затраты денежных средств на мелиорацию земель при различных видах дренажа составляли при открытом горизонтальном 88—98, закрытом горизонтальном 176—184 и вертикальном 54—86 руб. на 1 га. Прямые эксплуатационные затраты закрытого дренажа протяженностью 35,7 м/га составляют 24 руб/га, а вертикального — 20 руб/га. Специалисты считают, что для улучшения мелиоративного состояния засоленных земель Узбекистана, где применяется промывной режим орошения, необходимо построить вертикальный дренаж приблизительно на площади 1,5 млн. га (Т. Коваль, 1978).

ГЛАВА XIII. ОРОСИТЕЛЬНЫЙ ГИДРОМОДУЛЬ И ГИДРОМОДУЛЬНОЕ РАЙОНИРОВАНИЕ

1. Принципы гидромодульного районирования

Орошение в Средней Азии и Южном Казахстане осуществляется в соответствии с принятым гидромодульным районированием, учитывающим размер подаваемой воды и расходы ее на транспирацию и испарение. Для составления гидромодульного районирования вся орошаемая территория в соответствии с широтной зональностью разбита на климатические зоны и гидромодульные районы. При районировании выделяют следующие факторы:

1. Местоположение гидромодульного района и высота над уровнем моря.

2. Почвенно-климатические условия, определяющие потребность растений в воде: температура воздуха и почвы, длина вегетационного периода, атмосферные осадки, интенсивность испарения, скорость и направление ветра, плодородие почвы, обеспеченность растений элементами питания и водно-физические свойства почвы.

3. Размеры орошения, уровень и минерализация грунтовых вод, подверженность земель засолению.

4. Водообеспеченность районов и гидрогеологическая зональность.

В пределах орошаемой территории Средней Азии выделены три климатические зоны: северная, центральная и южная. Каждая из этих зон в свою очередь подразделяется на подзоны. Для каждой широтной зоны выделяется по десяти гидромодульных районов и определяются дифференцированные размеры поливных и оросительных норм.

В климатических зонах и гидромодульных районах в зависимости от гидрогеологических условий определены четыре гидрогеолого-мелиоративные области, которые различаются по глубине залегания грунтовых вод и влиянию их на увлажнение корнеобитаемого слоя. В первую область включены почвы, где грунтовые воды залегают на уровне, не влияющем на увлажнение корнеобитаемого слоя (4—6 м); во вторую — почвы с грунтовыми водами, влияющими на подпитывание корнеобитаемого слоя в пределах 10—15% (глубина залегания 2—3 м); в третью — территории, где грунтовые

воды подпитывают корнеобитаемый слой на 40—50% (глубина 1—2 м) и в четвертую — с залеганием грунтовых вод в пределах одного метра, подпитывающих корнеобитаемый слой на 50—60%.

Северная климатическая зона охватывает Каракалпакскую АССР и Хорезмскую область, предгорные районы Ташкентской и Самаркандской областей Узбекской ССР, Ташаузскую область Туркменской ССР, Ошскую область Киргизской ССР и Чимкентскую группу хлопкосеющих районов Казахской ССР.

В центральную климатическую зону входят Ферганская долина, Ташкентская и Самаркандская области Узбекской ССР и северные районы Таджикской ССР.

Южная климатическая зона охватывает Бухарскую, Кашкадарьинскую и Сурхандарьинскую области Узбекской ССР, южные и центральные районы (кроме предгорных) Таджикской ССР и хлопкосеющие районы (кроме Ташаузского оазиса) Туркменской ССР.

В северной климатической зоне самый короткий вегетационный период (180—200 дней), сумма температур не превышает 3600—4000°С, испаряемость с поверхности почвы невысокая. Здесь возделываются в основном скороспелые и среднеспелые сорта растений. Число поливов в зависимости от почвенных разностей и уровня грунтовых вод колеблется в пределах от 2—3 до 5—7 за вегетацию.

В центральной климатической зоне вегетационный период возрастает до 200—220 дней, сумма температур увеличивается до 4000—4200°С, повышается испаряемость, количество атмосферных осадков уменьшается. В этой зоне возделываются растения, относящиеся к среднеспелым и среднепозднеспелым сортам, требующим для выращивания большого количества воды. Число поливов колеблется от 3—7 до 7—10 за вегетацию.

Наиболее напряженный режим орошения складывается в южной климатической зоне, где вегетационный период достигает 240—260 дней, а сумма температур возрастает до 4600—5000°С. Испаряемость составляет 1500—2000 мм в год. Здесь возделываются позднеспелые сорта сельскохозяйственных культур, в том числе тонковолокнистые сорта хлопчатника, требующие за вегетацию от 6 до 11 поливов.

Правильное распределение поливов по фазам раз-

вития хлопчатника и культур хлопкового севооборота во многом определяет величину урожая.

Первая подзона северной климатической зоны охватывает северные районы Каракалпакской АССР и аналогичные ей по природным условиям районы Хорезмской области. Почвы луговые староорошаемые, тяжелосуглинистые, средневодопроницаемые, слабо- и сильнозасоленные. Глубина грунтовых вод 1,5—1,8 м. Водно-физические свойства луговых староорошаемых почв плохие. Засоленные почвы требуют ежегодной осенней промывки (3—4 м³/га). Грунтовые воды минерализованные (12—30 г/л). При подъеме грунтовых вод соли в большом количестве накапливаются в пахотном горизонте. Наибольшее засоление (в три раза больше, чем по SO_4) отмечено по хлор-иону. Промывками удается опреснить только верхний (0—40 см) слой почвы и уменьшить содержание солей в три-четыре раза. В этой подзоне очень важно проводить мероприятия, направленные на понижение уровня грунтовых вод.

Для северной климатической зоны, считающейся самой северной точкой возделывания хлопчатника, характерны резкие колебания температур. Вегетационный период здесь не превышает 180—190 дней. Атмосферные осадки (80—120 мм в год) выпадают зимой и ранней весной. Промывку засоленных земель проводят обычно в весенний период из-за ранних осенних заморозков и отсутствия воды осенью в источниках орошения. В старой зоне орошения поливные участки имеют малые уклоны —0,001—0,0015 (на каждые 1000 м падение не превышает 1—1,5 м). Поэтому здесь воду на полях распределяют по коротким (120—160 м) бороздам.

Во второй подзоне северной климатической зоны (предгорные районы Ташкентской и Самаркандской областей) почвы сероземные и луговые со слабым засолением. Водно-физические свойства хорошие. Объемная масса 1,3—1,4 г/см³, водопроницаемость 450—500 м³/га за три часа, влагоемкость 24—26% от массы почвы. Грунтовые воды слабоминерализованные (1—3 г/л) и в больших объемах используются повторно на орошение сельскохозяйственных культур. Вегетационный период увеличивается до 200 дней, сумма температур не превышает 3600—4000°С. Количество атмос-

ферных осадков увеличивается до 360—400 мм в год, бо́льшая их часть выпадает в зимний и ранневесенний периоды. Испаряемость с поверхности почвы невысокая. Уклоны орошаемых участков средние — 0,002—0,005 (на каждые 1000 м падение достигает 2—5 м), что создает хорошие условия для равномерного распределения воды по удлиненным (200—300 м) проточным поливным бороздам.

В первой подзоне центральной климатической зоны (Ферганская долина, Ташкентская, Сырдарьинская и Самаркандская области) почвы сероземные и луговые, незасоленные и слабозасоленные, с хорошими водно-физическими свойствами. Объемная масса 1,3—1,5 г/см³, влагоемкость 26—28% от массы почвы, водопроницаемость 450—600 м³ за три часа. Почвы—высокоплодородные, обеспечивают получение высоких урожаев сельскохозяйственных культур. В Ташкентской области грунтовые воды пресные или слабоминерализованные, в Наманганской и Андижанской областях — слабоминерализованные, в Ферганской области минерализация их средняя или высокая (12—30 г/л). Грунтовые воды повсеместно используются на орошение сельскохозяйственных культур.

Климат здесь теплый, вегетационный период продолжается 190—200 дней, атмосферных осадков 320—380 мм, основное количество их выпадает в зимний и весенний периоды. Сумма положительных температур 4000—4200°С. Уклоны поливных участков средние—0,002—0,004 (на каждые 1000 м падение достигает 2—4 м). Поливы проводятся по бороздам длиной 250—400 м, почва равномерно увлажняется на заданную глубину.

Во второй подзоне (Сырдарьинская, Джизакская и Самаркандекая области) вегетационный период длится 190—200 дней, атмосферных осадков выпадает 240—270 мм в год, большая их часть приходится на весенний период, что благоприятно сказывается на накоплении влаги и получении полноценных всходов. Почвы—типичные сероземы, среднесуглинистые, незасоленные, сероземно-луговые, луговые, средне- и тяжелосуглинистые различной степени засоления. Основные площади орошаемых земель здесь засолены и требуют ежегодной промывки нормами 3—5 тыс. м³/га. Водно-физические свойства почв хорошие, объемная масса

1,3—1,6 г/см³, водопроницаемость 350—400 м³/га за три часа, а влагоемкость—23—25% от массы почвы. В старой зоне орошения на 45% площади грунтовые воды залегают на глубине 1—2 м и на 48% площади — на глубине 2—3 м. В новой зоне орошения глубина грунтовых вод более 3 м, минерализация их различная, от слабой (3—5 г/л) до высокой (30—70 г/л). Использовать их на орошение можно после соответствующего улучшения. Уклоны поливных участков небольшие —0,001—0,008 (падение на 1000 м составляет 1—8 м), поэтому поливы проводятся по удлиненным бороздам увеличенной струей. Для механизированного распределения воды используют поливные машины ППА-165 и дождевальные агрегаты ДДА-100М.

В третьей подзоне (новая зона орошения Джизакской, Самаркандской и частично Кашкадарьинской областей) почвенный покров представлен типичными сероземами и луговыми незасоленными и слабозасоленными почвами. Высокое плодородие их обеспечивает повышенные урожаи возделываемых культур. Объемная масса 1,2—1,5 г/см³, влагоемкость 24—25% от массы почвы, водопроницаемость 420—560 м³/га за три часа. Средние температуры в этой подзоне колеблются за вегетационный период от 16 до 20°С, сумма температур 4200—4400°С, годовое количество атмосферных осадков 220—240 мм, из которых 75% выпадает в невегетационный период.

Уклоны поливных участков значительные — 0,006—0,007 (на каждые 1000 м линейной длины падение достигает 6—7 м). Орошение поверхностное, самотечное по удлиненным бороздам (250—400м). Для механизированного распределения воды в борозды применяют поливные машины ППА-165 и дождевальные машины ДДА-100М.

К третьей подзоне центральной климатической зоны относится и территория северных районов Бухарской области с особыми климатическими условиями. Значительная ветровая деятельность вызывает большую испаряемость и соответственно определяет повышенный режим орошения. Вегетационный период длится 215—220 дней, сумма температур достигает 4600°С. Почвы лугово-солончаковые, тяжелые по механическому составу и подвержены засолению. Грунтовые воды залегают неглубоко (2—3 м), отличаются высокой минерализа-

цией. Использование на орошение сельскохозяйственных культур возможно только после их улучшения. Все орошаемые земли в этой подзоне ежегодно промываются от избытка солей. Уклоны поливных участков средние—0,002—0,004 (на каждые 1000 м падение составляет 2—4 м). Полив проводится по бороздам длиной 160—200 м и очень часто затоплением.

В первой подзоне южной климатической зоны (Кашкадарьинская область и южные районы Бухарской области) развиты типичные сероземы, светлые сероземы и почвы пустынь. Наиболее распространены староорошаемые, средне- и тяжелосуглинистые почвы. По надпойменным террасам сосредоточены лугово-сероземные тяжелосуглинистые почвы. Водопроницаемость среднесуглинистых типичных сероземов 460—630 м³/га за три часа, объемная масса 1,2—1,4 г/см³, влагоемкость метрового слоя 26,8—28,6% к объему. Повышенными показателями объемной массы (1,60—1,66 г/см³) обладают луговые почвы. Эти почвенные разновидности более плодородны.

Надпойменные террасы в среднем течении Кашкадарьи заняты светлыми сероземами. По механическому составу они не отличаются от типичных сероземов. Объемная масса 1,42—1,50 г/см³, влагоемкоссть —26—28% к объему. В зоне пустынь распространены такыровидные среднесуглинистые почвы. Почвы пустынь бедны гумусом (0,5—0,8%) и не оструктурены. Водопроницаемость их слабая (280—360 м³/га за три часа), после полива образуется корка. Объемная масса 1,62 г/см³, влагоемкость 26—27% к объему.

Климатические условия этой подзоны характеризуются продолжительным вегетационным периодом (230—240 дней), осадков выпадает мало — 140—180 мм в год. Максимальные температуры достигают 47—50°С, этим и объясняется высокая испаряемость. Грунтовые воды минерализованные (от 2 г/л в Камашинском до 4—10 г/л в Каршинском районе), на целинных землях западной части Кашкадарьинской области минерализация повышается до 20—30 г/л.

Уклоны поливных участков, особенно в районах нового орошения, небольшие—0,002—0,003. Длина поливных борозд 200—300 м. Во второй подзоне почвы лугово-сероземные, староорошаемые, слабозасоленные, средневодопроницаемые. Климат резко континентальный,

сухой. К этой подзоне можно отнести Шерабадский, Термезский и Джаркурганский районы. Это наиболее жаркое место в Советском Союзе. Вегетационный период продолжается 250—260 дней, годовое количество атмосферных осадков не превышает 80—120 мм. Воздух отличается особой сухостью — в вегетационный период его относительная влажность понижается до 20—30%. Часто здесь дуют горячие ветры гармсили, губительно влияющие на рост растений и урожай.

Грунтовые воды глубокие (2,5—3 м), минерализованные (8—12 г/л). В маловодные годы их используют на орошение сельскохозяйственных культур. Уклоны поливных участков средние—0,003—0,005, длина поливных борозд 250—400 м.

В третьей подзоне (Гагаринский, Шерабадский и Ленинюльский районы) на орошаемых землях выращивают субтропические культуры и позднеспелые сорта тонковолокнистого хлопчатника. Вегетационный период 250—260 дней, осадков мало — 70—100 мм. Испаряемость высокая, в период действия горячих ветров относительная влажность воздуха на хлопковых полях снижается до 18—20%. В зоне нового орошения почвенный покров представлен сероземными почвами второго и третьего года освоения, незасоленными, среднесуглинистыми, хорошо водопроницаемыми. Объемная масса метрового слоя колеблется от 1,29 до 1,32 г/см^3, полевая влагоемкость — 22,9—24,2% от массы почвы, водопроницаемость 250—260 м^3/га за три часа. Грунтовые воды глубокие (6—7 м), минерализованные (5—12 г/л). Уклоны поливных участков значительны—0,006—0,007. Длина поливных борозд 250—400 м.

2. Графики гидромодуля укомплектованные и неукомплектованные

Прежде чем установить оптимальный режим орошения для культур, возделываемых в севообороте, и рассчитать для них водоподачу, составляют графики, которые будут показывать, сколько нужно забрать воды из оросителя, и определяют пропускную способность каналов, подающих воду на орошение. Графики поливов строго увязывают с почвенно-климатическими условиями, режимом источника орошения и хозяйственной деятельностью колхоза или совхоза. Если окажет-

ся, что потребное по графику количество воды будет больше, чем может пропустить оросительная сеть, сроки поливов можно сдвинуть, не нарушая заданной предполивной влажности почвы. Под расчетным режимом орошения для культур, возделываемых в севообороте, понимают составление для них графиков гидромодуля.

Поливным гидромодулем q называют удельную водоподачу в л/с на один комплексный гектар возделываемых культур при определенной поливной норме m и продолжительности полива t в сутках. Графики гидромодуля можно рассчитать, если известны режимы орошения сельскохозяйственных культур, входящих в проектируемый севооборот. Величину удельного расхода воды — поливной гидромодуль можно найти по формуле:

$$q = \frac{a \cdot m}{86{,}4 \cdot t},$$

где q — требуемый гидромодуль, л/с на 1 га; a — площадь культуры в севообороте в долях единицы; m — поливная норма, м³/га; t — поливной период возделываемой культуры в сутках.

При построении графиков гидромодуля нужно учитывать, что в одни периоды вода, подаваемая на орошение, может использоваться не полностью, а в другие, когда поливы нужно будет проводить на посевах нескольких культур, вода в оросителе не будет вмещаться, и это затруднит проведение поливов в намеченные сроки. Поэтому удельные расходы воды по оросителю могут оказаться неукомплектованными, т. е. в одно время вода не полностью забирается из оросителя на орошение, а при совпадении поливов ее не хватит. Проектировать оросительную сеть в расчете на максимальные расходы воды экономически невыгодно, этого можно избежать укомплектованием графиков гидромодуля. Укомплектовать (выровнять) график гидромодуля можно, частично изменив (сдвинув) сроки поливов, главным образом продолжительность поливного периода отдельных поливов в допустимых пределах.

При укомплектовании графика необходимо по возможности выдержать предполивную влажность почвы, поливные и оросительные нормы и своевременные послеполивные обработки почвы.

Зная расчетные расходы воды севооборотными культурами в период вегетации, т. е. суммарное водопотребление в соответствии с планируемым урожаем, строят графики гидромодуля. Для этого нужно найти общее водопотребление и поливную норму для возделываемых культур.

Составляя графики модуля, учитывают биологические особенности возделываемых культур, наличие воды в источниках орошения и организацию работ на поливе.

В неукомплектованном графике гидромодуля между поливами имеются промежутки, в которых оросительная вода не используется. В другие же дни, когда поливы двух или нескольких культур совпадают, создается пик, т. е. подаваемого по оросителю количества воды недостает и орошение запланированных площадей не выполняется. Это вынуждает или увеличить подачу — воды по оросителю, или отказаться от проведения поливов в намеченные сроки, перенеся их на более позднее время, а тогда предполивная влажность почвы упадет ниже допустимой.

Укомплектование графиков гидромодуля не должно отражаться на увеличении подачи воды по оросителю для каждого полива. График подачи воды на орошение обязательно должен быть согласован с источником орошения и водозабором на весь период вегетации. Укомплектованные графики для различных культур и почвенных разностей неодинаковые. На староорошаемых землях минимальное значение удельных расходов подачи воды в хлопковом севообороте 0,40, максимальное — до 1 л/с. В новой зоне орошения величины удельных расходов подачи воды возрастают до 1,6 л/с. Объяснить такое увеличение можно высокой фильтрационной способностью почв в первые годы их освоения под сельскохозяйственные культуры.

ГЛАВА XIV. ОБОСНОВАНИЕ РЕЖИМОВ ОРОШЕНИЯ В СЕВЕРНОЙ КЛИМАТИЧЕСКОЙ ЗОНЕ

Под *режимом орошения* понимают количество и сроки поливов, величину поливных и оросительных норм, которые обеспечивают наилучшее развитие растений и высокие урожаи сельскохозяйственных культур. Орошение культур хлопкового севооборота осуществляется в соответствии с принятым гидромодульным районированием, учитывающим размеры подаваемой воды и расхо-

ды ее на транспирацию растениями и испарение с поверхности почвы.

Составляя режимы орошения для культур, возделываемых в пределах орошаемой территории и гидромодульного района, обязательно учитывают широтную зональность, почвенно-климатические, гидрогеологические, мелиоративные и организационно-хозяйственные условия, а также планируемый урожай и уровень агротехники.

На режим орошения сельскохозяйственных культур большое влияние оказывают продолжительность вегетационного периода, сумма температур, влажность почвы, скорость и направление ветра и другие элементы климата.

1. Орошение хлопчатника

В северной климатической зоне севооборотные культуры поливаются по бороздам, напуском по полосам и затоплением чеков. Хлопчатник поливают по бороздам. На сероземных почвах с глубоким залеганием грунтовых вод до цветения обычно проводят один полив. Размер поливных норм 800—1000 м³/га. На легких по механическому составу почвах число поливов увеличивают до двух, с интервалом 14—16 дней, а размеры поливных норм уменьшают до 600—800 м³/га (табл. 46). Первые поливы начинают с появлением на растениях трех-четырех настоящих листочков. Второй полив проводят в фазу бутонизации, через 20—25 дней после первого полива.

Размер орошения определяется также и уровнем грунтовых вод. На луговых почвах с близкими грунтовыми водами (до 1 м) растения могут пополнять недостающее количество влаги (до 50—60%) за счет грунтовых вод. Поэтому первый вегетационный полив в таких условиях можно оттянуть до начала цветения, сократив общее число поливов и оросительную норму.

На сероземно-луговых почвах, где грунтовые воды залегают в пределах двух метров, подпитывание их в корнеобитаемую зону сокращается, а размер использования растениями грунтовых вод уменьшается до 30—40%. Поэтому на таких почвах до фазы цветения достаточно провести один полив (10—15/VI), на тяжелых почвах нормой 800—900 м³/га, на легких почвах 600—700 м³/га.

На участках с глубокими грунтовыми водами (3—4 м)

Таблица 46

Режим орошения хлопчатника в северной климатической зоне
(по данным СоюзНИХИ, ТашСХИ, 1966—1973)

Почвы	Глубина грунтовых вод, м	Всего поливов	Число поливов по фазам			Оросительная норма, м³/га
			до цветения	цветение-плодообразование	созревание	
Каракалпакская АССР						
Луговые, тяжело-суглинистые, засоленные	1—2	2—3	1	2	0	2000—3000
Сероземно-луговые засоленные	2—3	4	1	3	0	3000—4000
Хорезмская область						
Сероземно-луговые	1—2	3—4	1	3	0	4000—5000
	2—3	4—5	1	3	1	5000—6000
Ташкентская область						
Орошаемые луговые аллювиальные не засоленные	1—2	3—4	1	3	0	4500—5000
Орошаемые типичные сероземы	3—4	5—6	1—2	3	1	5000—6000

подпитывания их в корнеобитаемую зону не наблюдается. Поэтому первые поливы проводят в более ранние сроки и несколько большей поливной нормой — 900—1000 м³/га.

Предполивная влажность почвы для хлопчатника до фазы цветения считается оптимальной, если она поддерживается на незасоленных почвах не ниже 65—70%, а на засоленных—70—75% ППВ. На почвах, подверженных засолению, предполивная влажность должна быть выше, так как из-за повышения концентрации почвенного раствора водоудерживающая способность почвы возрастает и доступность воды для растений уменьшается.

Наиболее ответственный период в обеспечении растений хлопчатника доступной влагой наступает в фазу цветения—плодообразования. Этот период проходит в наиболее жаркое время — в июле и августе, когда общая

листовая поверхность и надземная масса растений увеличиваются и они много испаряют влаги. В фазу цветения —плодообразования растения расходуют 65—70% всего количества подаваемой воды. Поэтому даже незначительное уменьшение влажности почвы отрицательно сказывается на накоплении урожая, сортности и технологических свойствах волокна.

В северной климатической зоне в фазу цветения—плодообразования очередные поливы назначаются с интервалом 18—24 дня. В зависимости от уровня грунтовых вод нормы поливов рассчитываются на увлажнение до глубины 70—100 см. Для тяжелых глинистых и суглинистых почв расчетный слой принимается в 100 см, а поливные нормы достигают 1000—1200 м³/га. Поливы в этот период определяют величину общего и доморозного урожая. Увеличение числа поливов на всех почвенных разностях и во всех гидрогеологических районах вызывает уменьшение доморозных сборов, а это отрицательно сказывается на сортности продукции и экономике хозяйств.

На луговых и лугово-болотных почвах с близкими грунтовыми водами в пределах 1 м проводятся всего 1—2 полива нормами 800—900 м³/га. Если уровень грунтовых вод понижается до 1—2 м, число поливов увеличивают до 2—3, межполивные промежутки сокращают до 20—22 дней, поливные нормы возрастают до 1000 м³/га.

С переходом растений от фазы плодообразования к созреванию формирование урожая заканчивается, расход воды растениями сокращается до 15—20% от общего количества. Фаза созревания начинается с сентября. Слишком раннее прекращение поливов может нарушить поступление питательных элементов к коробочкам, они начнут преждевременно раскрываться и будут иметь недозрелое волокно. На почвах с близким стоянием грунтовых вод проведение полива в фазу созревания приводит к уменьшению общего и доморозного урожая. На участках же с глубокими грунтовыми водами (10—15 м)поливы в фазу созревания могут дать определенную экономическую выгоду, так как общий и доморозный урожай хлопка-сырца возрастает.

На легких почвах число поливов рекомендуется увеличить с одного до двух нормой 600—700 м³/га. Поливы следует прекращать только к концу сентября. Поздние поливы в это время большими поливными нормами вызывают дополнительный рост вегетатив-

ных органов и задержку в созревании. На сероземно-луговых почвах с глубокими грунтовыми водами (3—4 м) можно в конце августа дать один полив, а на почвах с близким стоянием грунтовых вод поливы проводить не следует.

Размеры орошения для хлопчатника, выращиваемого на высокоплодородных почвах, особенно после распашки многолетних трав (люцерны), следует увеличить, так как это повышает урожай.

До фазы цветения поливные нормы составляют 900—1000 м³/га, в цветение — плодообразование их можно довести до 1200—1400 м³/га, а в созревание можно сократить до 800—900 м³/га. Расчетный слой почвы при глубоком залегании грунтовых вод можно увеличить до 120—130 см, тогда поливные нормы возрастут, а число поливов уменьшится, а межполивные промежутки увеличатся.

2. Орошение люцерны

Значение люцерны как предшественника хлопчатника в севообороте очень велико, особенно при возделывании ее на орошаемых землях. Люцерна обладает способностью усваивать из воздуха свободный азот и обогащать им почву. Двух-трехлетнее произрастание люцерны обеспечивает накопление в полуметровом горизонте почвы до 500—600 кг/га азота с учетом запахиваемых пожнивных остатков.

В условиях орошаемого земледелия люцерна является обязательной культурой, способствующей повышению плодородия почвы и урожая хлопка-сырца. Эта культура улучшает мелиоративное состояние земель, снижает заболеваемость хлопчатника вилтом и является прекрасным кормовым растением. По урожайности и качеству фуражного сена она превосходит многие кормовые культуры. При оптимальном режиме орошения можно получить до 6—7 укосов и урожай сухого сена 180—200 ц/га. При учащенных поливах люцерна может дать высокий урожай сена даже на сильнозасоленных землях.

Особенности орошения фуражной люцерны состоят в ее высоком водопотреблении вследствие образования большого количества сухого вещества. Транспирационный коэффициент люцерны составляет около 600—900 ед. В северной климатической зоне получение высоких уро-

жаев люцерны определяется размерами поливных и оросительных норм и сроками назначения поливов.

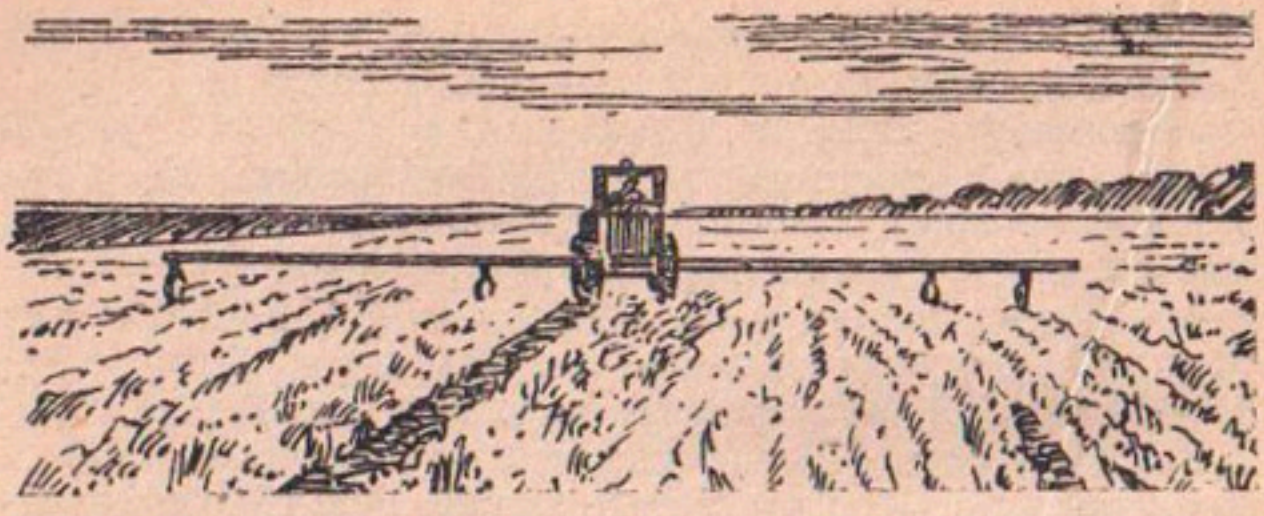
Орошение люцерны первого года стояния. Посевы люцерны в Узбекистане проводятся как в чистом виде, так и под покровом ячменя. Люцерна в чистом виде и с покровом высевается сплошным способом, с последующей поделкой полос шириной 25—30 и длиной 150—200 м для поливов. Орошение люцерны регулярное, с интервалом 15—20 дней на поле подается вода для пополнения запасов влаги в почве. Поливают люцерну напуском по полосам (рис. 22). Полосы разграничены невысокими валиками и внутри полосы почва затапливается и насыщается водой до полной влагоемкости.

В северной климатической зоне режим орошения однолетней люцерны следующий: за 5—7 поливов оросительной нормой 5—7 тыс. м³/га можно получить высокий урожай сена люцерны и зерна ячменя. При таком числе поливов предполивная влажность почвы будет на уровне 80% ППВ, а урожай сена люцерны достигнет 91 ц/га, зерна ячменя 11,2 ц/га и соломы 41,3 ц/га (табл. 47).

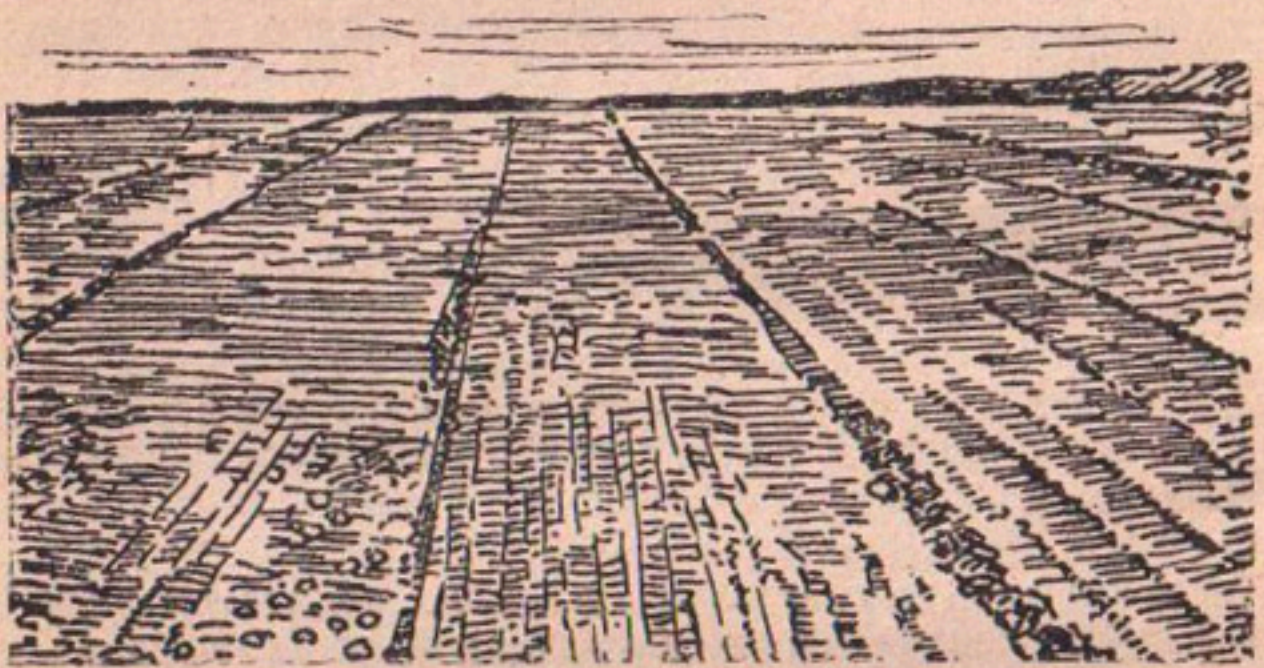
Сокращение числа поливов в межукосные периоды и особенно снижение предполивной влажности до 60% ППВ вызывает резкое уменьшение урожая сена люцерны и зерна ячменя. После уборки покровной культуры (ячменя) молодую люцерну усиленно поливают с расчетом, чтобы предполивная влажность почвы не опускалась ниже 75—80% ППВ. При таком режиме орошения в первый год можно получить 85—91,2 ц/га сена, уменьшение же числа поливов вызывает задержку отрастания и снижение урожая.

Орошение люцерны второго года стояния. Наибольшая продуктивность люцерны проявляется на второй год жизни. Урожай фуражного сена и накопление корневой массы двухлетней люцерны всецело зависит от режима орошения. Для получения высокого урожая сена предполивную влажность почвы на втором году необходимо поддерживать на уровне 70—75% ППВ. Концентрация клеточного сока в листьях при этом будет 11—12% сухого вещества.

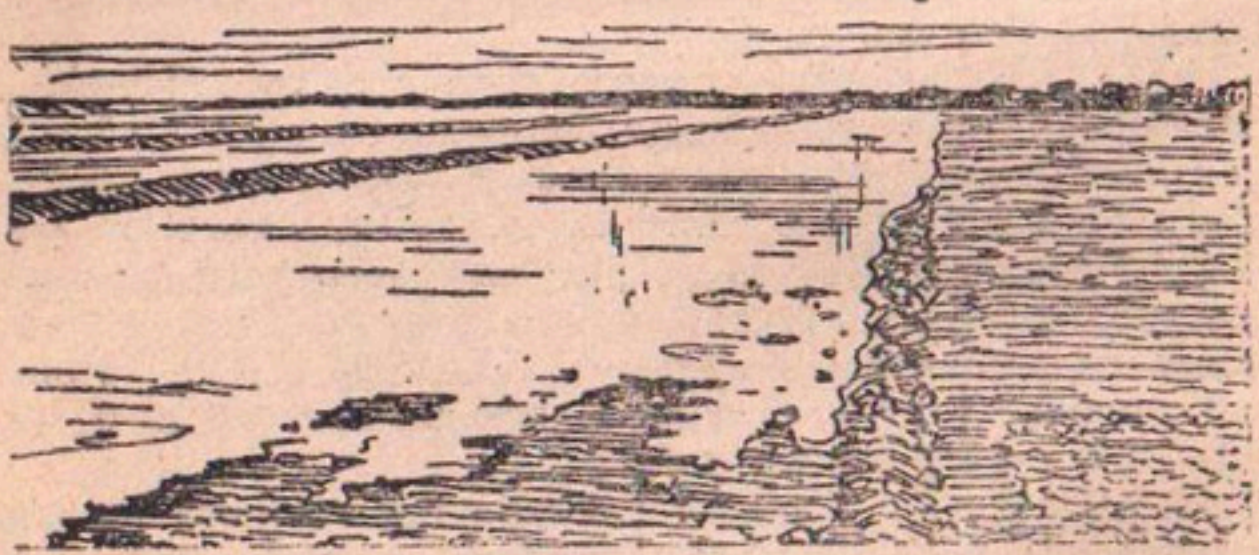
В хозяйствах Ташкентской области принята схема поливов 1—2—2—2, перед первым укосом проводят один полив, а перед последующими — по два полива, оросительная норма 7,5—8 тыс. м³/га. При таком ре-



1



2



3

жиме орошения урожай фуражного сена достигает 213—228 ц/га. Если между укосами дается по три полива по схеме 1—3—3—3, урожай сена повышается до 274,5 ц/га. Оросительная норма при таком режиме орошения достигает 10 тыс. м³/га. Предполивная влажность не опускается ниже 80% ППВ. Самый низкий урожай сена люцерны получают при режиме орошения по схеме 0—1—1—1, оросительной нормой 4 тыс. м³/га.

Следовательно, орошение фуражной люцерны на втором году жизни должно проводиться по схеме 1—2—2—2, оросительной нормой 6—8 тыс. м³/га.

Орошение люцерны третьего года стояния. По мере старения продуктивность люцерны снижается, а применение агротехнических приемов может значительно повысить урожайность. Одним из таких приемов является установление оптимального режима орошения.

Увеличение числа поливов в межукосные периоды благоприятно влияет на рост, развитие и урожай сена трехлетней люцерны. Если же на трехлетней люцерне поддерживать жесткий режим орошения, густота растений из-за недостатка воды уменьшается. Самые высокие растения перед укосами были на участках, где предполивная влажность поддерживалась на уровне 80% ППВ, оросительной нормой до 9,4 тыс. м³/га. Наибольший урожай сена люцерны получен при влажности 80% ППВ—225,2 ц/га. При такой влажности в межукосные периоды концентрация клеточного сока в листьях трехлетней люцерны не повышалась более 12% сухого вещества.

Исследования С. Мавляновой позволили установить пороги предполивной влажности и концентрацию клеточного сока в листьях для назначения очередных сроков полива люцерны. Так, например, при поливе люцер-

Рис. 22. Полив многолетних трав по полосам:
1— разметка поливных полос полунавесным маркерным приспособлением; *2*— полосы, подготовленные к поливу; *3*— полив полосы шириной 25 м после выравнивания поверхности грейдером с последующим проходом планировщика-выравнивателя КЗУ-0,3.

Таблица 47

Урожай сена люцерны по годам в зависимости от числа поливов в межукосные периоды (по *С. Мавляновой*, 1969—1971)

1 год стояния					2 год стояния			3 год стояния		
Схема полива	Оросительная норма, тыс. м³/га	Урожай, ц/га			Схема полива	Оросительная норма, тыс. м³/га	Урожай сена, ц/га	Схема полива	Оросительная норма, тыс. м³/га	Урожай сена, ц/га
		сена люцерны	зерна ячменя	соломы						
2—2—1	5,4	74,5	7,2	33,0	1—2—2—2	7,6	213,0	2—2—2	7,1	197,0
1—1—0	2,7	51,5	10,5	15,6	0—1—1—1	4,1	174,0	1—1—1	4,3	142,5
2—2—1	5,4	76,0	9,0	30,6	1—2—2—2	8,3	228,0	2—2—2	6,9	198,5
3—3—1	6,9	91,0	11,2	41,3	1—3—3—3	10,0	274,5	3—3—3	9,4	225,0
2—2—1	5,4	77,0	10,2	33,0	1—2—2—2	8,3	253,0	2—2—2	7,1	193,0

ны по схеме 0—1—1—1 предполивная влажность почвы опускалась до 60% ППВ, а концентрация клеточного сока возрастала до 14—16%. При поливе по схеме 0—2—2—2 нижний предел влажности находился на уровне 70% ППВ, а концентрация клеточного сока была в пределах 12—13%. С увеличением числа поливов до десяти по схеме 1—3—3—3 влажность почвы перед поливом не опускалась ниже 80% ППВ, а концентрация клеточного сока не превышала 10—12%.

На луговых и лугово-болотных почвах с близким стоянием (1—2 м) пресных грунтовых вод высокие урожаи сена люцерны можно получать и при поливах по схеме 1—2—2—2. В межукосные периоды поливы нормами 1000 — 1200 м³/га обеспечивали предполивную влажность на уровне 75—80% ППВ и концентрацию клеточного сока не выше 10 — 12% сухого вещества.

Значительную прибавку урожая сена с наименьшими затратами ручного труда дает использование на поливе машин ППА-165. Нами проведены опыты в колхозе им. Димитрова Галабинского района Ташкентской области по применению поливных машин ППА-165 на орошении фуражной люцерны из коллекторно-дренажной сети. Опыты дали хорошие результаты. Затраты ручного труда снизились, почва хорошо увлажнялась, урожайность сена люцерны повысилась на 10—12 ц/га по сравнению с обычным поливом.

Орошение семенной люцерны. Высокие урожаи семян люцерны во многом определяются условиями выращивания и режимом орошения. В северной и центральной климатических зонах выпадает до 350—380 мм осадков в год, в основном ранней весной. Это вызывает бурный рост и образование обильной укосной массы люцерны. Поэтому на семена рекомендуется оставлять люцерну со второго укоса второго и третьего года стояния. Чтобы определить оптимальное число поливов семенной люцерны, на сероземных почвах Букинского района Ташкентской области с глубоким залеганием грунтовых вод были проведены специальные опыты с тремя режимами орошения (табл. 48).

Рост люцерны зависел от принятого режима орошения. Увеличение числа поливов до трех и оросительной нормы до 3150 м³/га вызвало усиленное израстание растений. При одном поливе в фазу бутони-

Таблица 48

Влияние числа поливов на урожай семян и сена люцерны (по *Б. Пайшанову* и *В. Т. Льву*, 1972—1975).

Вариант	Оросительная норма, м³/га	С первого укоса			Со второго укоса		
		Высота стеблей см	Урожай семян, ц/га	Урожай сена за два последних укоса, ц/га	Высота стеблей, см	Урожай семян, ц/га	Урожай сена, ц/га
Один полив в фазу бутонизации	1100	101,3	4,40	45,0	80,1	6,82	45,5
Два полива: в бутонизацию и цветение	2130	125,0	6,62	66,5	104,1	8,24	60,5
Три полива: в бутонизацию, цветение и созревание	3150	136,4	4,42	77,7	118,0	6,15	65,5

зации высота растений перед уборкой была 101,3 см; при двух поливах (один полив — в бутонизацию, другой — в цветение) — 125 см; при трех поливах (в бутонизацию, цветение и созревание) — 136,4 см.

Увеличение числа поливов до трех не способствует накоплению урожая. Самый высокий урожай семян — 6,62—8,24 ц/га — получен на поле с двумя поливами (первый — в фазу бутонизации, второй — в цветение), оросительной нормой 2000—2200 м³/га. При таком числе поливов предполивная влажность почвы на семенной люцерне не опускается ниже 60—65% ППВ.

На луговых и лугово-болотных почвах с близким стоянием пресных грунтовых вод высокий урожай семян люцерны можно получить и при одном поливе в фазу бутонизации. Увеличение числа поливов в этих условиях может вызвать полегание растений, дополнительное их израстание, большие потери и низкий урожай семян.

3. Орошение кенафа

Высокая прочность и гигроскопичность волокна из стеблей кенафа позволяет широко использовать его для изготовления тарных тканей, идущих на упаковку хлопка, зерна, сахара и других продуктов. В Узбекской ССР урожайность стебля кенафа достигла 180—

200 ц/га. Дальнейшее повышение урожайности будет во многом определяться установлением оптимальных режимов орошения.

Ташкентская область — основной поставщик волокна и семян кенафа в Узбекистане, здесь сосредоточено 96% посевных площадей этой ценной культуры.

На основании многолетних исследований и передового опыта установлено, что одним из наиболее важных агротехнических приемов повышения урожайности кенафа является орошение, так как своевременные поливы, повышающие запасы воды в почве, благоприятно сказываются на продуктивности растений.

С увеличением числа поливов усиливается рост и развитие стебля кенафа в высоту и толщину, содержание волокна в нем повышается.

Увеличение числа поливов до цветения сказывается на росте растений кенафа сильнее, чем после цветения. Поливы в бутонизацию и цветение влияют на урожай волокна больше, чем поливы в период от цветения до технической спелости.

Опыты по определению оптимальной влажности почвы показали, что увеличение ее с 40 до 80—90% ППВ вызывает дополнительный рост растений во все периоды вегетации. С повышением влажности образуются более длинные междоузлия, что благоприятно сказывается на технологических свойствах волокна.

На участках с низкой влажностью почвы высота растений перед уборкой была 152 см, на участках с самой высокой влажностью (90% ППВ) — 240 см. Наибольшая масса одного растения — 62,5 г отмечена при влажности почвы 80—90% ППВ. Все это подтверждает большую отзывчивость кенафа к водному режиму.

Переход от бутонизации к цветению у кенафа является критическим периодом по отношению к влаге. При длительном недостатке влаги в почве в этот период рост растений замедляется, появляется покраснение стебля, тургор листьев спадает даже в утренние часы, прекращается нарастание междоузлий и листьев. Опыты показали, что размеры поливных норм с 1400 м³/га в первый период вегетации (16—20 мая) должны постепенно сокращаться до 1000—900 м³/га к фазам цветения и технической спелости. Уменьшение поливных норм от фазы 10—12 настоящих листьев до

цветения и технической спелости можно объяснить снижением водопроницаемости почв, а также сокращением потерь воды на фильтрацию.

На луговых и лугово-болотных почвах с малыми уклонами размеры поливной струи можно увеличивать до 0,6—0,9 л/с. Это сократит время на полив и уменьшит потери воды на фильтрацию. Однако в первый период вегетации (в мае — начале июня) увлажнить почву до потемнения гребней нормой 800—900 м³/га очень трудно, так как расчетные поливные нормы оказались значительно ниже фактических.

На луговых почвах расчетные поливные нормы будут достаточно эффективны только во второй период вегетации. Поливные нормы для зеленцового кенафа должны быть значительно выше (1000—1300 м³/га), чем предусмотрено гидромодульным районированием для кенафосеющих хозяйств. Учеты урожая в зависимости от числа поливов и режима влажности почвы подтвердили, что за счет повышенной оросительной нормы (до 10 тыс. м³) можно дополнительно получить по 5,5 ц/га луба. Увеличивающиеся затраты воды на центнер урожая с повышением оросительной нормы окупаются прибавкой урожая (5,5 ц/га луба или 22 ц/га стебля). Поэтому при выращивании кенафа на волокно оросительную норму можно доводить до 9—10 тыс. м³/га и подавать ее за восемь-девять поливов (табл. 49)

Таблица 49

Влияние влажности почвы на урожай луба и волокна кенафа
(*В. Т. Лев*, 1966—1970)

Число поливов и влажность почвы, % ППВ	Высота растений, см	Урожай, ц/га		Прочность волокна, кгс	Оросительная норма, м³/га	Затрачено воды на 1 ц луба, м³
		луба	волокна			
5 поливов по календарным датам (контроль)	280,1	35,4	18,0	20,6	4860	164,3
6, 65—65—65	289,0	30,1	20,2	20,8	6800	227,3
7, 75—75—75	296,1	38,8	20,9	22,1	7900	204,1
8, 85—85—85	298,8	40,9	21,8	22,6	9850	241,2

Повышение влажности почвы до 85—85—85% ППВ увеличивает урожай волокна на 3,8 ц/га по сравнению с полем, где поливы проводились по календарным датам.

С переходом на уборку кенафа лубом большое значение придается предуборочным поливам. Они проводятся за 5—7 дней до уборки. В результате повышается производительность лубоотделительных машин, уменьшается содержание костры в лубе.

Поддержание оптимальной влажности почвы в пределах 75—85% ППВ при восьми поливах за вегетацию обеспечивает ускорение роста стебля, дополнительное накопление волокна, которое хорошо отделяется, сортность сдаваемой продукции повышается. Слишком высокая влажность почвы (85—90% ППВ) задерживает развитие растений, но зато формируется малосбежистый стебель и содержание костры в лубе уменьшается.

На незасоленных луговых и лугово-болотных почвах с высокой влагоемкостью, где грунтовые воды проточные и находятся близко (1,2—1,6 м) от поверхности, растения кенафа используют до 50—60% грунтовых вод. Поэтому размеры оросительных норм здесь можно сократить.

Продолжительность вегетационного периода зеленцового кенафа 135—140 дней. На луговых почвах поливы можно проводить по схемам 2—3—1, 3—3—2 или 3—4—2. Это значит, что 2—3 полива проводятся от фазы 4—5 настоящих листьев до фазы бутонизации (48—56 дней); 3—4 полива — от бутонизации до цветения (35—40 дней) и 1—2 полива — от цветения до технической спелости (20—25 дней). Сокращение числа поливов в первый период вегетации не компенсируется увеличением их количества в более поздний период.

Установление очередных сроков полива зеленцового кенафа по календарным датам не всегда сочетается с действительной потребностью растений в воде. Этот показатель может служить основанием лишь для распределения воды по хозяйствам. Назначать очередные поливы лучше по внешним признакам растений и влажности почвы.

Наблюдения за ростом и развитием растений кенафа по фазам развития позволили установить внешние признаки, по которым можно более точно назначать очередные сроки поливов (Х. Халиков, 1975). Изменение окраски листовых пластинок от светло-зеленой до темной с потерей блеска, вследствие частич-

ного подвядания растений в жаркий период дня, сигнализирует о необходимости проведения полива. Прекращение нарастания междоузлий, измельчение листовых пластинок и появление на стебле мелких шипиков (колючек) также свидетельствует о низкой влажности почвы.

Дополнительным признаком, по которому можно определить начало полива зеленцового кенафа, является появление на стебле слабого антоцианового загара и укороченных междоузлий.

Орошение семенного кенафа. Оптимальный режим орошения семенного кенафа наряду с поливами в бутонизацию включает обязательный полив и в начале цветения. Увеличение числа поливов в цветение повышает высоту закладки первой семенной коробочки и снижает урожай семян.

На рост, развитие и урожай семян кенафа большое влияние оказывают размеры поливных норм, сроки и число поливов.

Как уже отмечалось, на лугово-болотных почвах, имеющих повышенную водопроницаемость, поливные нормы, установленные по гидромодульному районированию в пределах 700—900 м³/га, оказались недостаточными для нормального увлажнения почвы.

В соответствии с принятыми ранее рекомендациями для семенного кенафа предлагалось давать 5—6 поливов за вегетацию поливной нормой 700—900 м³/га. Изучение режима орошения семенного кенафа, проведенное в 1960—1970 гг. на полях колхоза «Политотдел» Коммунистического района Ташкентской области на луговых почвах с высокой фильтрационной способностью, показало, что размеры поливных норм следует увеличить до 1000—1200 м³/га.

В зависимости от влажности почвы изменяется высота растений и высота закладки семенных коробочек. При максимальном увлажнении почвы высота закладки семенных коробочек возрастает, происходит запаздывание цветения. При жестком режиме орошения цветение наступало к первому августа, а при высокой влажности почвы—на десять дней позже. На поле с высокой влажностью почвы (девять поливов) рост ускорялся на 19—26 см, а наступление биологической спелости задерживалось по сравнению с контролем, где было проведено три полива за вегетацию.

Близкое от поверхности расположение грунтовых вод на луговых и лугово-болотных почвах благоприятно влияет на рост вегетативной массы и отрицательно сказывается на развитии и образовании репродуктивных органов. Самый высокий урожай семян кенафа получен при трех поливах за вегетацию, когда влажность почвы поддерживалась на уровне 65—65—65% ППВ—6,5 ц/га или 116,3% по сравнению с контролем (пять поливов).

На почвах, где грунтовые воды находятся в пределах 1,4—2,2 м, к увлажненным почвенным слоям (на глубину 120—135 см) проникают только отдельные корневые волоски, а поэтому и использование грунтовых вод растениями уменьшается. Когда растения начинают цвести и формировать семенные коробочки, дополнительного нарастания и углубления корней не наблюдается. Увеличение числа поливов в это время задерживает цветение, и особенно резко это проявляется с увеличением густоты стояния растений.

На луговых и лугово-болотных почвах высокий урожай семян и стебля кенафа можно получить, если число поливов не будет превышать двух-трех за вегетацию. При двух поливах первый следует проводить при появлении у растений 15—18 настоящих листочков или первых бутонов, второй — в фазу бутонизации или зацветания 10—15% растений. Поливная норма 1200—1300, оросительная — 2400—2600 м³/га.

На луговых почвах с более глубоким залеганием грунтовых вод (1,2—1,6 м) проводится три полива: первый — при появлении у растений 15—18 настоящих листочков, второй — в бутонизацию, третий — в цветение. Поливная норма 1200—1400 м³/га.

В годы с оптимальными сроками сева два-три полива за вегетацию обеспечивали получение 5—6 и даже 8 ц/га семян кенафа (табл. 50).

Затраты оросительной воды на производство продукции по мере увеличения числа поливов возрастают: при одном поливе на центнер семян было затрачено 194, а при четырех поливах—799 м³ воды. При определении экономической эффективности поливов семенного кенафа установлено, что экономия оросительной воды имеет большое производственное значение, особенно в маловодные годы.

Самая высокая стоимость продукции — 1689,7 руб.

Таблица 50

Урожай семян и стебля кенафа в зависимости от числа поливов
(по *А. Паку, В. Т. Льву*, 1961—1963)

Число поливов	Общая высота, см	Высота до 1-й коробочки, см	Число узлов до 1-й коробочки, шт.	Урожай, ц/га	
				семян	стебля
Один в фазу цветения 14. VII	233,7	145,8	16,7	7,5	97,4
Два, 1-й при 15—18 настоящих листьях 6. VI; 2-й в бутонизацию 17.VII	301,8	152,2	19,6	8,3	104,7
Три, 1-й при 15—18 настоящих листьях 6.VII; 2-й в бутонизацию 17.VII; 3-й в цветение 29.VII	306,(	1(9,9	20,9	7,4	111,2
Четыре, 1-й при 15—18 настоящих листьях 6.VI; 2-й в бутонизацию 17.VII; 3-й в цветение 29.VII; 4-й в техническую спелость 10.VIII	310,7	182,0	23,6	7,1	111,7

при сравнительно низких затратах на полив (17,6 руб.) получена при двух поливах за вегетацию. Отсюда вытекает, что экономически выгоднее возделывать кенаф на семена при двух и не более трех поливов за вегетацию. Прибавка урожая плюс экономия средств на поливах позволили получить с каждого гектара по сравнению с контролем 155,9 руб. прибыли.

Сроки полива можно определить по внешним признакам растений и по влажности почвы. Оба эти способа равноценны, различия в урожайности семян по вариантам незначительны. Так, полив семенного кенафа до бутонизации по спадению тургора у 50% растений в самые жаркие часы дня или появлению на стеблях антоциановой окраски и потемнению листовой пластинки в период от бутонизации до цветения позволили получить такой же урожай семян, как и при установлении поливов по влажности почвы.

4. Орошение кукурузы

Кукуруза—одна из важнейших зерновых культур. Выращиваемая при орошении, она в значительной мере может удовлетворить потребности населения в продуктах питания, а животноводства—в высококачественных кормах. При высокой агротехнике и правильном

поливном режиме урожаи зерна кукурузы могут достигать 120—150 ц/га, а силосной массы 600—800 ц/га. Вряд ли найдется другая культура, которая при наименьших затратах труда могла бы дать для скота так много концентрированных и зеленых кормов. Крахмал — главнейший углевод. В 100 кг зерна кукурузы содержится почти 75 кг крахмала. Если прибавить сюда еще 5 кг масла, то станет ясно, почему именно кукуруза в кормовом балансе занимает первое место среди зерновых культур.

Кукуруза — одна из наиболее засухоустойчивых культур, так как на образование единицы сухого вещества она затрачивает сравнительно небольшое количество воды — не более 240 единиц. На производство 1 ц зерна яровой пшеницы требуется 80—100 м³ воды, а на производство 1 ц зерна кукурузы — только 30—40 м³.

Следует также подчеркнуть, что урожаи зерна кукурузы при орошении почти в 10 раз превышают ее урожаи без полива. В Узбекистане, особенно в маловодных районах, продуктивность ее зависит от обеспеченности водой по фазам развития. Кукурузу на силос и зерно в нашей республике возделывают как пропашную культуру с междурядьями 60 или 90 см, поливы осуществляют по бороздам. Наибольшая потребность в воде у кукурузы наступает за 10—12 дней до фазы цветения и продолжается приблизительно 30—37 дней. К наступлению фазы цветения кукуруза бывает особенно чувствительна к влажности почвы и воздуха. Резкое снижение влажности воздуха (до 30%) отрицательно сказывается на прорастании пыльцы. Критическим периодом у кукурузы в отношении воды считается период спустя 7—10 дней после выбрасывания метелок и до конца фазы цветения. Кукурузное растение потребляет много воды и в фазу налива зерна. В этот период предполивную влажность поддерживают на уровне 65—70% ППВ.

Режим орошения кукурузы определяется сортовыми признаками, направленностью возделывания (на зерно или силос), климатическими зонами и уровнем грунтовых вод. Необходим дифференцированный подход к режиму орошения с учетом многообразия почвенно-климатических условий орошаемых районов Узбекистана, где возделывается кукуруза на зерно и силос.

Установлено, что одно или двухдневное подвядание растений кукурузы, вызванное несвоевременным поливом, особенно в фазу цветения, приводит к снижению урожайности зерна на 12—15% по сравнению с участками, где поливы проводятся в оптимальные сроки и завядания растений не наблюдается.

В орошаемых районах на различных почвенных разностях кукурузу, возделываемую на зерно, поливают от 3—5 до 6—7 раз, поливные нормы 900—1000 м³/га.

Размеры поливных норм определяются механическим составом почвы: на легких почвах — 700—800, на тяжелых — 1000—1200 м³/га. На легких песчаных и супесчаных почвах поливные нормы сокращаются, но число поливов при этом увеличивается.

Сроки поливов назначают по внешним признакам растений и заданной предполивной влажности почвы. Первый полив кукурузы начинают при появлении на растениях 6—8 листочков и до выбрасывания метелок проводят еще один полив. Календарно сроки поливов распределяются так: первый — через 12—15 дней после появления всходов, второй — через 15—20 дней после первого.

Наибольшее число поливов приходится на время перед началом выметывания метелок и до фазы восковой спелости зерна. Этот период наиболее ответственный в накоплении урожая зерна и силосной массы, поэтому предполивная влажность почвы не должна опускаться ниже 75% ППВ. Чтобы поддерживать такую влажность почвы, необходимы поливы через каждые 9—12 дней. Поливные нормы в этот период не превышают 800—900 м³/га.

С фазы восковой спелости и до полной зрелости зерна на почвах с глубокими грунтовыми водами проводят один полив. На участках, где грунтовые воды расположены близко к поверхности, поливы обычно не проводят.

На подверженных засолению почвах кукурузу поливают 6—8 раз за вегетацию, поливными нормами 900—1000 м³/га. Такой режим орошения с поддержанием предполивной влажности почвы на уровне 75—80% ППВ необходим для повышения урожайности и рассоления почвы.

Значение орошения в формировании высокого урожая зерна кукурузы очень велико. В 1972—1975 гг. были проведены сравнительные испытания режимов орошения при выращивании кукурузы на зерно в Среднечирчикском районе Ташкентской области, расположенном в Чирчик-Ахангаранской долине. Почвы луговые, незасоленные, грунтовые воды не минерализованные (табл. 51).

Таблица 51

Поливные и оросительные нормы для кукурузы, выращиваемой на зерно (по *В. Т. Льву, М. Азизу*, 1972—1974)

Схема и число поливов	Оросительная норма, м³/га	Высота растений, см	Урожай зерна, ц/га	Прибавка урожая ц/га	Стоимость продукции, руб/га	Стоимость 1 ц зерна, руб.
1—1—1	3600	258	58,4	0	522,6	3,18
1—2—1	4200	289	71,6	13,2	640,8	2,84
2—2—1	5000	296	81,0	22,6	724,9	2,60
2—2—2	5600	302	79,8	22,1	714,2	2,72
2—3—2	6300	322	78,0	19,6	698,1	2,88

С увеличением числа поливов от трех за вегетацию до семи увеличились и оросительные нормы. Если при трех поливах за вегетацию оросительная норма была 3600 м³/га, то при семи поливах она возросла до 6300 м³/га, хотя величина поливных норм сокращалась: при трех поливах — в пределах 1200, а при семи поливах —900 м³/га.

Предполивная влажность почвы и концентрация клеточного сока в листьях в зависимости от числа поливов, поливных и оросительных норм менялась, изменялся также рост растений и урожай зерна кукурузы.

Определения влажности почвы перед очередными поливами показали, что проведение трех поливов за вегетацию (по одному в межфазные периоды) приводило к тому, что запасы влаги в почве снижались до 60% ППВ. При таких запасах в фазу цветения отмечено завядание листьев, а концентрация клеточного сока повышалась до 10,1% сухого вещества. Рост рас-

тений был замедленным, и к началу уборки высота растений достигала лишь 250—258 см, среднесуточный прирост был минимальным.

После увеличения числа поливов до 6—7 за вегетацию по схеме 2—3—1 или 2—3—2 оросительной нормой 6,3 тыс. м³/га и сокращения межполивных промежутков до 15—18 дней предполивная влажность почвы повысилась до 75—80% ППВ, что благоприятно сказалось на росте и развитии растений кукурузы. Концентрация клеточного сока в листьях снизилась до 5—6% сухого вещества. При 6—7 поливах высота растений достигала 322 см.

Учеты урожая зерна в зависимости от числа поливов подтвердили, что продуктивность кукурузы во многом зависит от режима орошения. При трех поливах за вегетацию оросительной нормой 3600 м³/га собрано 58,4 ц/га зерна, увеличение числа поливов до четырех по схеме 1—2—1 обеспечило повышение урожая до 71,6 ц/га, при пяти поливах по схеме 2—2—1 оросительной нормой 5000 м³/га урожай зерна кукурузы достиг 81 ц/га. Таким образом, каждый дополнительно проведенный полив обеспечивал прибавку урожая зерна 10—12 ц/га.

При планировании урожая кукурузы в зависимости от режима орошения немаловажное значение приобретает и качество зерна. Установлено, что содержание протеина в зерне кукурузы при жестком режиме орошения (три полива за вегетацию) не превышало 6,9—7,4%, а при пяти поливах по схеме 2—2—1 количество его увеличилось до 8,5%. В зависимости от режима орошения изменялось и содержание жира. Так, например, на участках, где за вегетацию проводили 5—6 поливов, содержание жира в зерне кукурузы повысилось до 5,52%, а при трех поливах по схеме 1—1—1 оно составляло 5,22%.

Наибольший валовой доход (724,9 руб/га) получен на участках, которые поливали пять раз за вегетацию. При более жестком режиме орошения (три-четыре полива за вегетацию) валовой доход составлял всего 522,6 руб/га. Наименьшая стоимость 1 ц зерна кукурузы — 2,6 руб. получена при пяти поливах, а при трех и четырех поливах она повышалась до 2,72—3,18 руб. Следовательно, на луговых почвах Ташкентской области экономически выгоднее выращивать ку-

курузу на зерно при пяти поливах, распределяя их по схеме 2—2—1, т. е. два полива нужно провести в межфазный период от 4—5 настоящих листьев до выметывания метелок, два полива в период от выметывания до молочной спелости и один—от молочной до полной спелости зерна. Оросительная норма 5—6 тыс. м³/га.

При выращивании кукурузы на силос режим орошения должен складываться из 7—8 поливов по схемам 2—5—0 или 2—5—1 оросительной нормой 6,5—7 тыс. м³/га. Урожай силосной массы достигает 650—700 ц/га. Самую низкую стоимость 1 ц силосной массы можно получить, если поддерживать предполивную влажность на уровне 75—80—70% ППВ, т. е. при 7—8 поливах за вегетацию.

5. Орошение сорго

Площади, занятые посевами сорго (джугары), в Узбекистане небольшие. Возделывается оно на засоленных и подверженных засолению почвах Каракалпакской АССР, Хорезмской и Бухарской областей. Джугара — наиболее солеустойчивая культура, которая может мириться с близким стоянием минерализованных грунтовых вод. Поэтому под нее очень часто выделяют земли, малопригодные для других сельскохозяйственных культур. Джугара — засухоустойчивая культура, транспирационный коэффициент ее не превышает 150—200 единиц. Высокая засухоустойчивость этой культуры позволяет выращивать ее на богаре.

Для Узбекистана — это древнейшая продовольственная и кормовая культура. Из зерна джугары получают муку, крупу, спирт, крахмал, а стебли и зерно могут служить хорошим концентрированным кормом для скота.

При правильном режиме орошения урожаи зерна достигают 50—60 ц/га, а урожай силосной массы за два укоса в колхозе «Политотдел» Ташкентской области был 1800—1900 ц/га.

Чтобы повысить урожайность джугары, необходимо поддерживать оптимальный режим орошения. Эта культура очень отзывчива на азотные удобрения, но для их потребления нужна оптимальная предполивная влажность почвы. Так как джугара возделывается на

засоленных землях, число поливов за вегетацию колеблется от трех до чытырех, но в допосевной период обязательна хорошая промывка почвы нормой 3—4 тыс. м³/га.

После тщательной промывки проводится посев с междурядьями 60 см. Иногда перед посевом джугары во второй-третьей декадах марта дают предпосевной полив с целью создания запасов влаги и опреснения почвы. В это время поливы хлопчатника и других культур еще не начались, поэтому свободные запасы воды целесообразно использовать на предпосевные поливы джугары. Многочисленные опыты в колхозах Бухарской и Хорезмской областей показывают, что при качественных промывках и запасных поливах вполне возможно получать до 300—400 ц/га силосной массы джугары.

Если скороспелые сорта джугары возделываются на слабозасоленных почвах с глубокими грунтовыми водами с промывными или запасными поливами, то в период вегетации достаточно дать два-три полива. Первый полив следует начинать при появлении 4—6 настоящих листочков, через 15—20 дней после всходов, второй полив и последующие проводят с интервалом 25—30 дней. Повторные (летние) посевы джугары поливают меньше, чем весенние посевы. На почвах с близким стоянием грунтовых вод число поливов сокращают на один-два.

Для позднеспелых сортов джугары число поливов увеличивают до 5—6 за вегетацию, первый полив проводят через 20—25 дней после посева, последующие — с интервалом в 15—25 дней.

Наибольшее количество воды подается в период максимального роста стебля — в фазы выметывания, цветения и плодообразования. Поливы на посевах джугары проводятся по бороздам, которые с наступлением спелости почвы рыхлятся тракторными культиваторами.

6. Орошение риса

Рис — наиболее распространенная орошаемая зерновая культура, которая возделывается при искусственном орошении даже в таких районах, где атмосферных осадков вполне достаточно для произрастания других культур. Рис — одна из важнейших продоволь-

ственных культур, рисом питается более половины населения земного шара. Основными производителями риса являются страны Южной и Юго-Восточной Азии: Китай, Индия, Бирма, Япония, Вьетнам, Таиланд, Индонезия, Малайзия, Филиппины и Непал.

В Советском Союзе основные районы рисосеяния находятся в Краснодарском крае, на Дальнем Востоке, в Южном Казахстане и в Каракалпакской АССР. Под посевами риса занято 490 тыс. га, средняя урожайность 40,1 ц/га. Валовые сборы зерна риса в 1976 г. составили 1967,8 тыс. т. К 1976 г. на площади 166,1 тыс. га построены инженерные рисовые оросительные системы. Урожаи зерна риса на таких системах возросли с 36,6 до 61,6 ц/га.

Наряду с повышением урожайности снизились и затраты на производство зерна. В колхозах, имеющих инженерные рисовые оросительные системы, на 1 га посевов затрачивается 14 чел.-дней, а на 1 ц зерна 0,30 чел.-дней, в совхозах эти показатели соответственно равны 12,9 и 0,28 чел.-дня. Приведенные показатели значительно ниже, чем до реконструкции рисовых оросительных систем.

В большинстве рисосеющих районов старой зоны орошения — в Ташкентской, Самаркандской, Бухарской областях и Ферганской долине—посевы риса размещаются в неинженерных и полуинженерных оросительных системах, размеры чеков не превышают 0,05—0,30 га. В новой зоне рисосеяния — в Сырдарьинской, Хорезмской областях и Каракалпакской АССР — построено более 50 тыс. га инженерных рисовых систем с крупными (1—4 га) чеками. В специализированных хозяйствах наибольшее распространение получили поливные карты Краснодарского типа.

Укрупненная рисовая карта Краснодарского типа (ККТ) площадью 35 га обеспечивает проведение максимума механизированных работ внутри чека. Строительство таких карт осуществляется на малоуклонных полях со спокойным рельефом. ККТ располагают по линии основного уклона местности с двухсторонним командованием оросительной сети. На засоленных землях сбросные каналы работают и как дрены. Ширина ККТ 150—250, длина 900—1500 м. На ККТ рисовые чеки сквозные и располагаются поперек карты от оросителя к сбросу. Площадь рисовых чеков на

ККТ в среднем 2 га, продольные и поперечные валики непереходные.

В Узбекистане имеются большие возможности расширения посевов риса в низовьях Амударьи. В Каракалпакской АССР урожаи зерна к 1978 г. достигли 46 ц/га. Отдельные хозяйства и бригады за счет внедрения передовых агротехнических приемов и научно обоснованных режимов орошения получают по 60—70 ц/га.

Как известно, посевы риса в течение всего вегетационного периода затапливаются водой. И хотя транспирационный коэффициент у риса небольшой (400—500 ед.), значительную потребность его во влаге можно объяснить низким содержанием воды в тканях. Если у зерновых культур, таких, как пшеница, ячмень, на единицу сухого вещества приходится 4—5 частей воды, то у риса — 2—3 части. Поэтому даже незначительное обезвоживание тканей у растений риса снижает ассимиляционную деятельность.

Одной из причин высокой обеспеченности посевов риса водой является то, что листовые пластинки у него имеют низкую сосущую силу (6—7 атм) и даже незначительное уменьшение запасов влаги в почве вызывает нарушение ростовых процессов.

При постоянном затоплении водой на корнях риса почти нет корневых волосков, что снижает всасывающую способность корневой системы. Корневая система риса отличается тем, что вода из почвенного раствора в растение поступает через поверхность эндодермы корней, сбрасывающих с себя непроницаемую покровную ткань, вследствие разрушения клеток эпидермиса. Клетки эпидермиса не разрушаются только у суходольного риса, выращиваемого без затопления.

В Чимбайском районе Каракалпакской АССР суточное водопотребление у риса в период посев—кущение достигало 14 м³/га, в фазу кущения — 37 м³/га, в фазу колошения—цветения — 98 м³/га, в фазу налива зерна — 56 м³/га и в фазу восковой и полной спелости зерна — 30 м³/га.

В зависимости от способов посева орошение риса может быть различным. При ручном посеве вразброс орошение начинают с затапливания чеков водой и посева семян в воду, а после этого до конца вегетации на почве поддерживают определенный слой воды.

При машинном посеве семена заделываются во влажную почву и чеки не затапливаются водой до тех пор, пока не появятся всходы и растения не достигнут высоты 10—12 см. После этого посевы риса затапливают водой слоем 3—5 см; по мере роста растений толщину слоя воды увеличивают до 12 см.

При ручном посеве риса спустя 5—7 дней воду из чеков сбрасывают на 4—5 дней до момента появления всходов, так как в это время прорастающим семенам в больших количествах нужен кислород. После появления всходов устанавливают постоянный слой воды не более 0,5 высоты растений. Поддержание такого затопления почвы в этот период необходимо для того, чтобы вести борьбу с сорняками, угнетая их слоем воды.

Эффективность использования воды на рисовых полях во многом определяется размерами чеков. В новых районах рисосеяния (Каракалпакская АССР, Хорезмская и Сырдарьинская области) размеры чеков достигают 1—4 га, оросительная сеть здесь инженерного типа. Потери воды на сброс и фильтрацию сокращаются, а коэффициент использования земли (КЗИ) увеличивается. В районах старой зоны рисосеяния (Ташкентская область и Ферганская долина) размеры чеков не превышают 0,10—0,30 га, оросительная сеть неинженерного типа, наблюдаются большие потери воды и низкий КЗИ, работы на посеве и уборке урожая слабо механизированы.

На инженерных рисовых системах длина картовых оросителей, по которым подается вода, составляет 1000 м, ширина — 200—250 м, высота продольных валиков 40—45 см, а поперечных 30—35 см. Продольные и поперечные валики нарезают машинами КПН-2000, ПР-0,5 или КЗУ-0,3.

Однолетние сорняки (просянки) уничтожают гербицидами. Перед внесением гербицидов (пропанид, суркопур) воду из чеков сбрасывают, а после опрыскивания посевов их снова затапливают слоем воды 10—12 см.

Для поддержания оптимального поливного и мелиоративного режима оросительная и коллекторно-дренажная сеть на рисовых полях нуждается в постоянном уходе, ремонте и очистке от зарастания. Одновременно с поделкой валиков внутри карт устраивают

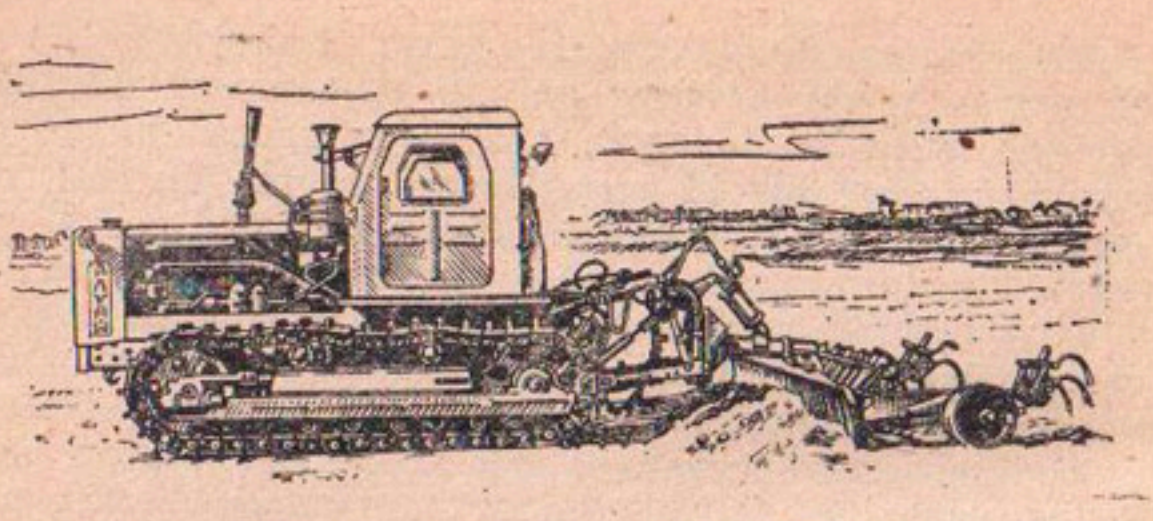


Рис. 23. Предпосевная планировка рисовых чеков грейдером-планировщиком ГН-4.

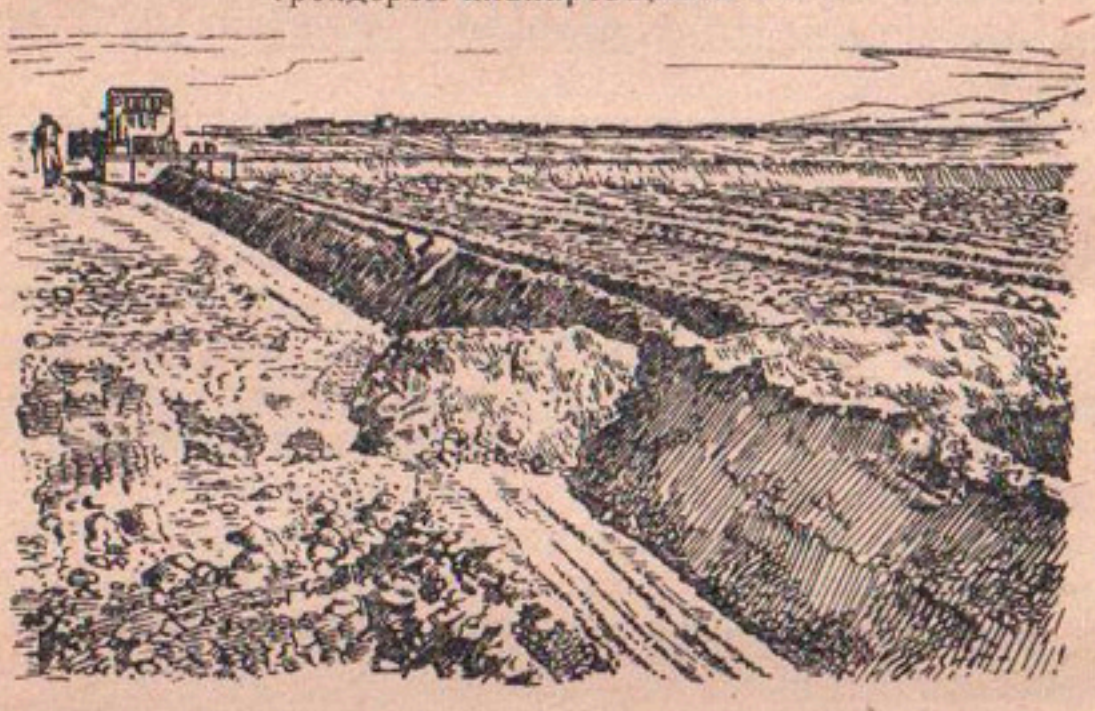


Рис. 24. Нарезка продольных и поперечных валиков на инженерных рисовых чеках с одновременной заделкой стыков (ПР-0,5).

водовыпуски из чека в чек, углы валиков заделывают как вручную, так и специальными машинами. Для равномерного распределения воды в чеке проводят тщательную планировку почвы. В пределах одного чека неровности не должны превышать ±4—5 см. Для капитальной и текущей планировки применяют бульдозеры, скреперы, длиннобазовые планировщики, планировщики-разравниватели (рис. 23—24).

Поддержание заданного слоя воды в рисовом чеке в период вегетации поручают опытному поливальщику.

Растения риса особенно чувствительны к засоле-

нию почвы в период прорастания семян, так как в дальнейшем в связи с подачей больших норм воды, оказывающих промывное действие, содержание солей уменьшается.

Рост и развитие растений риса определяется и температурой воды. Оптимальные для роста условия наступают при подаче в чеки воды с температурой не ниже 22—26°С. Более холодная вода отрицательно влияет на рост, развитие и урожай риса.

Слой воды в чеках в начальный период поддерживают таким, чтобы он покрывал 2/3 высоты растений, в фазу кущения слой воды в чеке уменьшают до 5 см, а иногда временно прекращают ее подачу, чтобы усилить рост боковых корней.

На сильнозасоренных рисовых чеках слой воды временно увеличивают до 15—20 см, а после гибели однолетних сорняков опять уменьшают до 8—12 см.

Во время внесения минеральных удобрений воду из чеков совсем сбрасывают, а после впитывания удобрений, спустя 2—3 дня, чеки снова затапливают водой и поддерживают ее на уровне 8—12 см. Такой слой воды сохраняется до наступления молочной спелости зерна.

В начале восковой спелости зерна слой воды в чеках постепенно уменьшают с таким расчетом, чтобы к концу восковой спелости полностью сбросить всю воду из чеков; это необходимо для создания хороших условий для механизированной уборки урожая.

Водный баланс рисовой орошаемой территории определяется приходными и расходными статьями, а для рисового чека он складывается из испарения воды с водной поверхности, транспирации растениями и фильтрации в глубь почвы. Водный баланс в этом случае можно выразить следующим уравнением:

$$M_o + K_p \cdot P = E + T + F_в,$$

где M_o — основная оросительная норма; K_p — коэффициент полезного использования осадков; P — атмосферные осадки; E и T — испарение и транспирация; $F_в$ — вертикальная фильтрация.

Для рисосеющих районов Узбекистана величина испарения с водной поверхности достигает 400—430 мм;

в период затопления чеков потери на испарение составляют 45—50% поданной воды.

В зависимости от климатических условий и сорта риса изменяется и величина транспирационного коэффициента. Эта величина может быть принята в пределах 800—1000 мм. В фазу трубкования и цветения растения расходуют на транспирацию 52—67 м³ воды в сутки.

Величина фильтрации зависит от гидрогеологических условий и оснащенности рисовых оросительных систем средствами механизации и автоматизации подачи воды. Потери воды на вертикальную и боковую фильтрации достигают максимальных величин (310—360 м³/сут) в период появления всходов.

Весь оросительный период у риса можно разделить на десять поливных этапов, водные балансы для которых будут различны.

Первый этап — первоначальное затопление, при котором почва насыщается до полной влагоемкости и создается слой воды на поверхности чека. Удельные расходы воды в первый период затопления чеков—от 4—6 до 12 л/с на 1 га.

Второй этап — перерыв на всходы, в это время подача воды прекращается, слой воды в чеке испаряется и фильтруется в почву.

Третий этап — от полных всходов до кущения, на этом этапе включаются расходы на поддержание слоя воды в чеке, удельный расход должен быть 1,5—2 л/с на 1 га.

Четвертый этап — кущение, в это время идет сброс воды с чека до окончания фазы.

Пятый этап — создание постоянного слоя затопления. Удельные расходы на поддержание требуемого слоя воды 3—4 л/с на 1 га.

Шестой этап — поддержание слоя воды в чеке в период вегетации на уровне 10—12 см.

Седьмой этап — сброс воды из чека на время внесения гербицидов и минеральных удобрений.

Восьмой этап — восстановление 10—12 см слоя воды в чеке.

Девятый этап — поддержание слоя воды в чеке.

Десятый этап — постепенный сброс воды из чека для механизированной уборки урожая.

Перечисленные этапы, входящие в водный баланс

рисового чека, можно рассчитать и установить для них значения подачи и сброса воды. Каждый этап можно сравнить с поливной нормой и рассчитать по формуле:

$$m = W + 100h + Et - P,$$

где m — поливная норма, м³/га; W — расход воды на насыщение почвы в период первоначального затопления, м³/га; h — слой затопления, см; E — среднесуточное испарение воды с поверхности поля, м³/га; t — продолжительность этапа в сутках; P — осадки за время первого этапа, м³/га.

Расходы воды на первоначальное насыщение почвы можно определить по формуле:

$$W = H(A - B_0),$$

где H — глубина насыщения слоя при первоначальном затоплении, м; A — пористость метрового слоя почвы, м³/га; B_0 — влажность почвы перед затоплением.

Расчетный гидромодуль для первоначального этапа затопления почвы будет следующий:

$$q = \frac{(W + 100 \cdot h \cdot Et) \cdot 1000}{86400 \cdot t}.$$

Расходы воды на последующие периоды насыщения почвы определяются также.

Оросительная норма для риса. Под *оросительной нормой* понимают оптимальное количество воды, подаваемое на рисовое поле за все поливы в течение вегетационного периода. На величину оросительной нормы влияют многие факторы и в первую очередь испарение и транспирация, которые зависят от климатических условий. Расчеты оросительных норм можно произвести по формуле А. Н. Костякова:

$$M_н = E - P_0 \Delta W + E_0,$$

где $M_н$ — оросительная норма нетто, м³/га; E — расход воды на транспирацию; P_0 — количество осадков за вегетацию, мм; E_0 — испарение за вегетацию с поверхности почвы, мм; ΔW — запасы воды в почве, определяемые по формуле:

$$\Delta W = W_0 - W + K,$$

где W_0 — запасы влаги в начале вегетации; W — запасы влаги в конце вегетации; K — приток влаги от грунтовых вод.

Оросительная норма равна сумме поливных норм за период вегетации, т. е.:

$$M_н = M_1 + M_2 + \ldots M_n.$$

Для рисосеющих районов Узбекистана оросительные нормы колеблются от 25—30 тыс. до 40—50 тыс. м³/га. Из этого количества на транспирацию расходуется 6—7 тыс., на испарение 4—5 тыс. и около 20—30 тыс. м³/га (65—70%) теряется на фильтрацию. Особенно велика фильтрация воды на почвах, подстилаемых галечником.

В зависимости от принятого режима орошения складываются и размеры оросительных норм. При постоянном затоплении чеков вода на рисовое поле подается весь вегетационный период, оросительная норма бывает максимальной, так как около 20—30% поливной воды сбрасывается в отводящую сеть. При постоянном затоплении рисовых чеков, но без проточности, оросительная норма уменьшится за счет сокращения потерь воды на сброс.

Институт риса рекомендовал рисосеющим хозяйствам Каракалпакской АССР для сокращения оросительных норм возделывать рис без проточности. Однако в 1975—1976 гг. в условиях Чимбайского района на засоленных землях совхоза «Майъяб» выявилось, что для получения полноценных всходов, нормального развития и накопления урожая необходимо поддерживать проточный режим орошения. Проточность воды в чеках должна быть не более 25—30% от оросительной нормы. При таком водном режиме (оросительная норма 31 тыс. м³/га) урожай зерна риса достигал 43—44 ц/га, против 19 ц/га, полученных на поле без проточности с уменьшенной оросительной нормой 22—23 тыс. м³/га.

Наибольший чистый доход в сумме 230—240 руб/га получен за счет повышения урожайности при режиме орошения, предусматривающем проточность воды в чеке не более 20—25%.

Средние оросительные нормы для риса, возделываемого в северных районах Каракалпакской АССР при

постоянном затоплении, могут состоять из следующих расходов (тыс. м³/га):

Первоначальное насыщение почвы —3—5
Испарение и транспирация —10—12
Фильтрация вертикальная и горизонтальная —9—10
Проточность 15—20% —4—6
Осенний сброс —1,5—2

Всего . . . 28—30 тыс. м³/га

Одним из видов орошения риса является прерывистое затопление, при котором слой воды в чеках создают в течение всего вегетационного периода с промежутками в 5—10 дней. Оросительную норму в 10—12 м³/га подают с перерывами, за 8—10 приемов. Примерная схема прерывистого орошения может быть следующей: от всходов до кущения — один-два полива; от кущения и до выметывания метелок, а также от молочной до восковой спелости поливы проводят через 7—10 дней, в фазу выметывания метелок и до молочной спелости — через 4—5 дней. При прерывистом орошении риса влажность почвы в корнеобитаемом слое должна быть в пределах 80—90% ППВ. Такой режим орошения особенно эффективен на грунтах с сильной фильтрацией. Режим орошения может быть и периодическим, когда слой воды на поверхности поля не создается, а поливы проводят так, чтобы поддерживать влажность почвы на уровне 85—90% ППВ.

ГЛАВА XV. ОБОСНОВАНИЕ РЕЖИМОВ ОРОШЕНИЯ В ЦЕНТРАЛЬНОЙ КЛИМАТИЧЕСКОЙ ЗОНЕ

Выбор дифференцированных режимов орошения в зависимости от климатических зон и гидромодульных районов наиболее полно отражает потребность растений в воде. На примере северной климатической зоны были показаны режимы орошения для культур хлопкового севооборота.

При переходе от северной к центральной климатической зоне, как уже указывалось, возрастает температурный режим, увеличивается продолжительность вегетационного периода, изменяются уровень грунтовых вод, их минерализация и степень засоления почв, меняются и режимы орошения.

В центральной климатической зоне вегетационный период продолжается 200—220 дней, сумма температур повышается до 4000—4200°С, испаряемость возрастает, а количество атмосферных осадков уменьшается. В этой зоне возделываются среднеспелые и среднепоздноспелые сорта растений, требующие для выращивания большого количества воды. Размеры орошения хлопчатника в центральной климатической зоне складываются из 3—8 поливов за вегетацию. Все культуры хлопкового севооборота поливаются в основном поверхностным способом по бороздам и только на части полей применяется дождевание.

1. Орошение хлопчатника

В центральной климатической зоне режим орошения хлопчатника зависит от почвенных условий и гидромодульных районов (табл. 52).

Таблица 52

Поливные и оросительные нормы хлопчатника в зоне светлых сероземов (по данным СоюзНИХИ, 1970)

Гидромодульный район	Схема и число поливов	Сроки поливов		Оросительная норма, м³/га
		начало	конец	
I	2—5—1	11/V	15/IX	8000
II	2—5—0	11/V	10/IX	7400
III	2—4—0	16/V	5/IX	7000
IV	2—4—0	16/V	5/IX	6000
V	2—3—0	21/V	31/VIII	5700
VI	1—3—0	26/V	28/VIII	4600
VII	1—3—0	1/VI	20/VIII	4400
VIII	0—3—0	11/VI	20/VIII	2900

На светлых сероземах Андижанской и Ферганской областей режим орошения хлопчатника должен складываться из 5—6 поливов оросительной нормой до 7 тыс. м³/га (В. В. Кочетков, А. Абдукаримов). При таких оросительных нормах урожай хлопка-сырца повышался до 44—46 ц/га, при наименьших затратах поливной воды на центнер продукции.

На луговых почвах Самаркандской области для ташкентских сортов хлопчатника режим орошения должен состоять из 5—6 поливов оросительной нормой 5—6 тыс. м³/га (М. Баракаев, А. Таштемиров, 1971—1973). При таком числе поливов и оросительных нор-

мах предполивная влажность в почве не должна опускаться ниже 70—70—65% ППВ. Урожайность хлопка-сырца достигает 40—45 ц/га.

На луговых почвах с близким стоянием грунтовых вод оптимальная предполивная влажность почвы для сортов Ташкент-1, Ташкент-2 и 108-Ф 70—70—65% ППВ.

2. Орошение люцерны

Оптимальный режим орошения фуражной люцерны в центральной климатической зоне позволяет получать высокие урожаи сена при наименьших затратах воды на центнер продукции. В условиях этой зоны фуражная люцерна высевается сплошным способом и поливы проводятся напуском по полосам. Размеры полос зависят от водно-физических свойств почвы и спланированности участков. Средние размеры полос — ширина 25—30 м, длина 140—200 м. Семенную люцерну поливают по полосам и мелким бороздам.

На типичных сероземах фуражную люцерну рекомендуется поливать 4—9 раз оросительной нормой 4—9 тыс. м³/га. Сведения о числе, сроках поливов и оросительных нормах по гидромодульным районам приведены в табл. 53.

По сведениям Т. Раджапова, в новой зоне орошения Каршинской степи высокий урожай фуражной люцерны первого и второго года стояния получали, если в период вегетации поддерживалась предполивная влажность почвы на уровне 70—80% ППВ, оросительная норма при этом была 8—8,5 тыс. м³/га и распределялась она в 7—8 поливов. Урожай сена люцерны в первом году был 130—140 ц/га, а на втором году стояния — до 168 ц/га. При таком режиме орошения затраты воды на центнер сена не превышали 40—50 м³.

3. Орошение кукурузы

В центральной климатической зоне урожаи зерна и силосной массы кукурузы во многом зависят от принятых режимов орошения. Для этой зоны при возделывании кукурузы рекомендовано предполивную влажность почвы поддерживать на уровне 70—75—70% ППВ. В зависимости от гидромодульных районов

Таблица 53

Поливные и оросительные нормы фуражной люцерны в зоне типичных сероземов (по данным СоюзНИХИ, 1970)

Гидромодульный район	Число поливов	Сроки поливов		Оросительная норма, м³/га
		начало	конец	
I	9	6/IV	25/IX	9500
II	8	11/IV	25/IX	8900
III	6	16/IV	20/IX	8300
IV	5—6	21/IV	15/IX	7000
V	5	26/IV	10/IX	6700
VI	4—5	1/V	5/IX	5500
VII	4	6/V	5/IX	5200
VIII	3	11/V	31/VIII	3300

число поливов рекомендуется увеличивать от 2—3 на луговых почвах (оросительная норма 2300—3400 м³/га) до 7 поливов (оросительная норма 6,8—7 тыс. м³/га) на почвах с глубоким залеганием грунтовых вод. Правильное распределение поливов в вегетацию позволяет улучшить водный и питательный режимы почвы и получать высокие урожаи зерна и силосной массы кукурузы.

ГЛАВА XVI. ОБОСНОВАНИЕ РЕЖИМОВ ОРОШЕНИЯ В ЮЖНОЙ КЛИМАТИЧЕСКОЙ ЗОНЕ

В южной климатической зоне вегетационный период продолжается 240—260 дней, сумма температур повышается до 4600—5000°С, а испаряемость возрастает до 1500—2000 мм в год. Поэтому здесь складывается наиболее напряженный режим орошения по числу поливов и оросительным нормам. Южная климатическая зона охватывает южные районы Бухарской, Кашкадарьинской и Сурхандарьинской областей, южные и центральные районы (кроме предгорных) Таджикской ССР и хлопкосеющие районы (кроме Ташаузского оазиса) Туркменской ССР. В этих районах возделываются в основном позднеспелые сорта сельскохозяйственных культур, в том числе тонковолокнистые сорта хлопчатника, требующие за период вегетации от

6 до 10 поливов оросительной нормой 8—10 тыс. м³/га. Большая часть орошаемой территории южной климатической зоны отведена под посевы тонковолокнистого хлопчатника.

1. Орошение хлопчатника

Режим орошения тонковолокнистого хлопчатника может быть представлен следующими данными (табл. 54), где число, сроки поливов и оросительные нормы по гидромодульным районам рассчитаны на получение урожая в 35—40 ц/га. В зависимости от почвенных условий и сортовых признаков режим орошения может меняться. Поэтому для каждого гидромодульного района он должен постоянно уточняться.

Тонковолокнистые сорта хлопчатника возделывают как пропашные культуры и поливы проводят по бороздам. В качестве средств механизации распределения

Таблица 54

Режим орошения тонковолокнистого хлопчатника на такыровидных почвах Сурхандарьинской области (1970—1974)

Гидромодульный район	Число поливов	Сроки поливов		Оросительная норма, м³/га
		начало	конец	
I	10	5/V	20/IX	9800
II	9	10/V	20/IX	8400
III	8	15/V	15/IX	7600
V	7	20/V	20/IX	68 0
VII	6	25/V	5/IX	6000

воды в борозды применяют поливные машины ППА-165 с гибкими шлангами и закрытые оросительные системы с поливными гидрантами и гибкими трубопроводами. Режим орошения тонковолокнистого хлопчатника строится с учетом проведения в этой зоне в обязательном порядке предпосевных поливов нормой 1200—1600 м³/га.

В Сурхан-Шерабадской долине тонковолокнистый хлопчатник выращивают на вновь осваиваемых серозёмно-такыровидных почвах с глубоким стоянием грунтовых вод. Поэтому режим орошения здесь должен

быть промывного типа. Число поливов за вегетацию складывается из семи по схеме 1—5—1 на фоне предпосевного полива нормой 1400—1600 м³/га. Один полив нормой 900—1000 м³/га дается до фазы цветения, пять поливов нормами по 1100—1300 м³/га — в цветение—плодообразование и один полив нормой 900 м³/га —в фазу созревания. Режим орошения тонковолокнистого хлопчатника по схеме 1—5—1 по сравнению с режимом, установившимся в хозяйстве (4—5 поливов по схеме 1—2—1 или 1—3—1, поливные нормы 1600—2400 м³/га и оросительная норма 8400 м³/га), был более эффективным. При семи поливах за вегетацию против 4—5 на контроле урожайность хлопка-сырца повышалась на 10,7—11,9 ц/га. При таком режиме орошения в этой зоне получают наибольший доход в размере 440—670 руб/га при наименьшей стоимости 1 ц хлопка-сырца — 34—32 руб.

В Бухарской области на почвах с близким стоянием грунтовых вод на фоне промывного полива лучший режим орошения складывается при поддержании предполивной влажности почвы на уровне 70—70—65% ППВ (С. Муслимов, Р. Ризаев, 1974). При такой влажности и 6—7 поливах за вегетацию по схеме 1—4—1 или 4—2—1 оросительной нормой 6—7 тыс. м³/га можно получить 32—38 ц/га хлопка-сырца.

На слоистых такыровидных почвах Каршинской степи режим орошения тонковолокнистого хлопчатника (на фоне предпосевного полива) может быть оптимальным, если предполивную влажность поддерживать на уровне 70—75—65% ППВ (А. Тураев, 1974). Для этого за вегетацию следует проводить до 6—7 поливов по схемам 1—4—1 или 1—5—1, оросительная норма 6—7 тыс. м³/га. При таком режиме орошения собирают по 42—45 ц/га хлопка-сырца с наименьшими затратами воды на центнер продукции.

По сведениям А. Чариева (1972—1974), в подгорной равнине Копетдага режим орошения тонковолокнистого хлопчатника считается оптимальным при влажности почвы в пределах 70—70—60% ППВ. Для поддержания такой влажности за вегетацию подается 6—7 поливов, поливные нормы 900—1200 м³/га, оросительная — 8200—8400 м³/га. Концентрация клеточного сока в листьях должна быть до цветения 8,5—9,5%, в цветение—плодообразование 10,5—11,5% и в созрева-

ние 12,5—13,5% сухого вещества. Урожай хлопка-сырца увеличивается до 39—40 ц/га.

2. Орошение люцерны

Для фуражной люцерны, выращиваемой в условиях южной климатической зоны, число поливов и оросительные нормы больше, чем в северной и центральной зонах. По гидромодульным районам Сурхандарьинской области для фуражной люцерны рекомендуется следующий режим орошения (табл. 55).

Таблица 55

Режим орошения фуражной люцерны в Сурхандарьинской области
(по данным СоюзНИХИ, 1970)

Гидромодульный район	Число поливов	Сроки поливов		Оросительная норма, м³/га
		начало	конец	
I	11	1/III	10/X	12400
II	10	11/III	30/IX	11300
III	9	15/III	15/IX	10200
V	7	20/III	5/IX	9200
VII	6	31/III	31/VIII	8100

Предлагаемый режим орошения рассчитан на получение 150—160 ц/га сухого сена. С изменением почвенных условий и уровня грунтовых вод режим орошения может изменяться.

Если в условиях северной и центральной климатических зон за период вегетации для фуражной люцерны дают от 3 до 5 поливов, то в южной климатической зоне число их возрастает до 8—10 и в межукосные периоды проводится по 2—3 полива. В условиях юга за вегетационный период снимают по 6—7 укосов. Если учесть, что после укосов люцерна быстро отрастает и мощная корневая система ее расходует воду в максимальных количествах, для повышения ее продуктивности необходимо создавать оптимальный режим орошения на протяжении всего периода вегетации.

Способы распределения воды на поливах люцерны в южной климатической зоне такие же, как в других климатических зонах. В 1974—1976 гг. в Сурхан-Шерабадской степи в колхозе им. XXII партсъезда

К. Бекмуратовым проводились опыты по изучению потребности фуражной люцерны в воде. Определялось оптимальное число поливов, оросительные и поливные нормы. Почвы в этой зоне сероземно-такыровидные, подвержены засолению, грунтовые воды глубокие (10 м). Исследования проводились на люцерне второго и третьего года стояния. Для хозяйств, расположенных в этой зоне, рекомендовано фуражную люцерну поливать пять-шесть раз оросительной нормой 7—8 тыс. м³/га. Для повышения урожайности сена в опытах испытывалось до 13 вегетационных поливов. Увеличение числа поливов между укосами от одного до двух обеспечивало значительную прибавку урожая. При одном поливе для первого укоса урожай сена получен 32—33, а при двух — 42—48 ц/га. Когда число поливов между укосами увеличивали до трех, то урожаи сена возрастали до 48 ц/га. Чтобы получить высокий урожай сена люцерны (220—250 ц/га) в южной климатической зоне, режим орошения должен состоять из 10 поливов по схеме 1—2—2—2—2—1, оросительной нормой 12 тыс. м³/га и между укосами необходимо назначать по два полива. Влажность почвы должна быть на уровне 75—85% ППВ. Затраты воды при таком режиме орошения не превышают 120—130 м³ на 1 ц сена.

Для семенной люцерны, поливаемой по мелким бороздам и полосам, режим орошения складывается из 2—3 поливов поливными нормами 1200—1400 м³/га. В южной климатической зоне на семенные цели оставляют люцерну первого укоса, так как момент цветения и плодообразования ее приходится на период невысоких температур. Вследствие этого семенная продуктивность ее выше, чем люцерны второго и третьего укосов.

3. Орошение кукурузы

Для условий южной климатической зоны и в частности Сурхан-Шерабадской долины режим орошения кукурузы, выращиваемой на зерно и силос, остается слабоизученным. Видимо, этим и можно объяснить получение здесь невысоких урожаев. С учетом почвенно-климатических условий Сурхан-Шерабадской долины некоторые исследователи (А. Янгибаев) предлагают для кукурузы, выращиваемой на зерно, поддержи-

вать влажность 75—75—60% ППВ. Для такой предполивной влажности почвы за вегетационный период при неглубоких грунтовых водах (1,5—2 м) необходимо провести 6—7 поливов по схеме 2—3—(4)—1 оросительной нормой 7—8 тыс. м³/га. Оптимальный режим орошения создает хорошие условия для роста растений и получения максимального (56,3 ц/га) урожая зерна. На почвах, где грунтовые воды залегают на глубине 3—4 м, число поливов увеличивается. Для поддержания на уровне 75—75—60% ППВ необходимо за вегетацию провести до восьми поливов по схеме 2—5—1 оросительной нормой 8—9 тыс. м³/га.

ГЛАВА XVII. СПОСОБЫ И ТЕХНИКА ПОЛИВА СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР

Повышение коэффициентов использования воды на полях за счет внедрения механизации и автоматизации ее распределения — один из главных показателей эффективности орошаемого земледелия. По сведениям ЦСУ СССР за период с 1968 по 1978 г. потребность в воде сельского хозяйства страны возросла на 21%. В 1978 г. водозабор в целом по стране составил 168,5 млрд., в Средней Азии—60—65 млрд. и в Узбекистане—48—50 млрд. м³. Однако только 50—55% забираемой из источников воды используется растениями, остальная же часть теряется на фильтрацию и испарение.

В Узбекской ССР искусственное орошение широко применяется при возделывании хлопчатника, кенафа, кукурузы, кормовых, овощных и бахчевых культур. На посевах пропашных культур почти все виды работ механизированы и только распределение воды на поливе все еще остается слабомеханизированной операцией, так как 88% орошаемой площади поливается по бороздам с ручным распределением воды. Производительность труда при существующих способах полива за смену не превышает 0,8—1,2 га. Этим и можно объяснить, что на каждые 12—15 га орошаемой площади выделяется поливальщик. Основными средствами для распределения воды в борозды служат простейшие орудия и приспособления, такие как кетмень, лопата, дерн (чим) и бумажные салфетки, которые применяются на миллионах гектаров орошаемых пло-

щадей. При ручном распределении воды в борозды затраты труда на каждый гектар посевов хлопчатника достигают 10 и более чел.-дней. Ручное распределение воды по полю преобладает, требуется быстрейшая его механизация и автоматизация. В настоящее время механизированные средства распределения воды на орошение не превышают 10%: гибкими переносными поливными трубопроводами поливается 1—2% и дождеванием 8—9% площадей. Слабо внедряются для распределения воды в борозды и трубочки-сифоны.

В последние годы профессия поливальщика становится одной из главных в орошаемом земледелии, от него во многом зависит получение высоких урожаев. Поэтому быстрейшее внедрение механизированного распределения воды позволит в значительной мере повысить коэффициент ее использования (КИВ), снизить затраты ручного труда и повысить урожайность сельскохозяйственных культур.

Существующие и перспективные (до 1990 г.) способы и техника поливов сельскохозяйственных культур в Узбекской ССР приведены ниже. Каждым способом орошаются следующие площади (по Н. Т. Лактаеву), %:

Поверхностное орошение	87,3
Полив по бороздам из лотков и трубопроводов	5,1
Подземные поливные трубопроводы	3,6
Гибкие трубопроводы из закрытой сети	15,6
Гибкие трубопроводы из лотков	16,3
Поливные машины типа ППА-165	10,8
Жесткие поливные трубопроводы	8,5
Вручную с помощью трубочек-сифонов	22,6
Полив по чекам (выращивание риса)	4,4
Террасное орошение	0,4
Дождевание	12,5
Стационарные системы с естественным напором	2,7
Стационарные системы с искусственным напором	4,2
Широкозахватные дождевальные машины ДДА-100МА	4,0
Новые перспективные установки	1,6
Подпочвенное орошение	0,2
Итого	100

Наибольший удельный вес приходится на поверхностные поливы по бороздам — 87,3% и дождевание — 12,5%.

1. Виды орошения

В практике орошаемого земледелия недостающие запасы воды в почве пополняются с помощью различных видов подачи ее на поле. Орошение может быть регулярное, нерегулярное (обводнение) и лиманное.

В Узбекистане на всех пропашных и кормовых культурах применяется регулярное орошение, поливы в период вегетации проводятся регулярно с интервалом 15—20 дней. Примером такого вида орошения могут служить поливы хлопчатника, кенафа, кукурузы, люцерны, овоще-бахчевых, плодовых культур и винограда.

Нерегулярное орошение применяется на территориях, где запасов поливной воды хватает лишь на проведение одного, максимум двух поливов, и на этом орошение прекращается. В отдельные маловодные годы при нерегулярном орошении урожаи возделываемых культур бывают невысокими из-за недостаточного количества поливов. При таком виде орошения чаще возделывают зерновые и кормовые культуры в предгорных и горных районах. Сюда же относится и обводнение пастбищ в пустынных зонах.

2. Способы орошения

При регулярном поверхностном орошении сельскохозяйственных культур могут быть следующие способы распределения воды по полю: по бороздам, полосам и чекам, орошение дождеванием, подземное орошение из закрытых трубопроводов с выходом воды на поверхность в виде родничков и внутрипочвенное орошение из перфорированных полиэтиленовых трубок, уложенных на глубине 45—50 см, и капельное орошение в садах и виноградниках.

По способу подачи воды орошение может быть самотечное, когда орошаемое поле находится ниже источника орошения (оросителя) и вода передвигается по полю самотеком по уклону. Может применяться и машинное, или принудительное орошение, когда поливной участок выше оросителя и для подъема воды на поле используются насосные станции.

Поливы по бороздам применяются на посевах хлопчатника, кенафа, свеклы, кукурузы, джугары;

овоще-бахчевых культур, в плодовых садах и виноградниках. Поливы могут проводиться и по полосам на однолетних и многолетних травах и зерновых колосовых культурах.

Поливы напуском по чекам осуществляются на рисовых полях, таким способом может поливаться и лук. На овоще-бахчевых культурах могут применяться *приживные поливы* для лучшей приживаемости растений при высадке рассады.

Перед высевом мелкосемянных культур применяются *влагозарядковые поливы* с целью накопления необходимой влаги в почве и получения полноценных всходов.

При выращивании двух урожаев овощных культур в год (картофель, капуста, огурец) применяют так называемые промежуточные поливы. Иногда с целью создания оптимальных условий для прорастания семян сорняков в допосевной период проводят *провокационные поливы,* после которых проросшую сорную растительность уничтожают сплошным боронованием или дискованием.

При выращивании картофеля и ранней капусты в фазе клубнеобразования или завязывания кочанов возможны высокие температуры, что отрицательно может повлиять на урожайность. Чтобы снизить вредное действие высоких температур почвы и воздуха, дают *освежительные поливы.*

На ранних посадках овоще-бахчевых культур, в плодоносящих садах и виноградниках иногда применяют *противозаморозковые поливы.* Такие поливы обычно проводятся с вечера, а накануне выпадения заморозков происходит испарение влаги с поверхности почвы, за счет чего почва меньше охлаждается от заморозка.

Подготовка участков к поливу. На качество полива и коэффициент использования воды влияют рельеф и микрорельеф поля. Производительность поливальщиков при поливе по бороздам определяется выровненностью поливного участка.

Планировка поливных участков должна обеспечить равномерное распределение воды по полю и максимальное увлажнение почвы на расчетный слой, принятый режим орошения не должен ухудшить мелиоративное состояние земель.

Планировка участка и подготовка его к поливу не должны снижать естественного плодородия и вызывать его пестроту в результате больших срезок, насыпок и смыва почвы. Иногда планировку поля совмещают с рыхлением почвы (рис. 25).

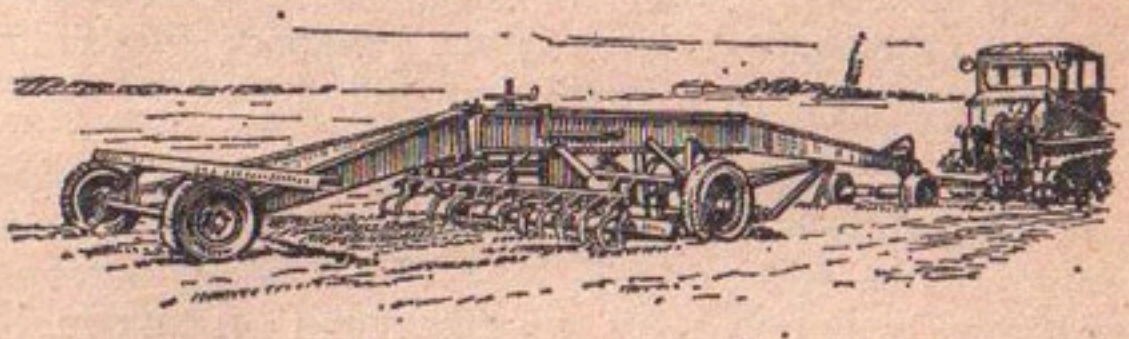


Рис. 25. Планировка поля перед посевом с одновременным рыхлением почвы (ПА-3).

Планировка участка и переустройство внутрихозяйственной оросительной сети должны обеспечить применение комплекса машин для возделываемой культуры и повышение коэффициентов использования воды. Увеличить коэффициент использования воды можно выбором оптимальной длины внутрихозяйственной оросительной сети. А. А. Рачинский (1974—1975) подсчитал, что в старой зоне орошения погонная длина внутрихозяйственной оросительной сети достигает 48—55 м на 1 га, поэтому коэффициенты использования воды низкие, не более 0,55—0,61, а поливные нормы завышены в полтора-два раза. В новой зоне орошения на каждый гектар приходится только 20—25 м оросительной сети, но КИВ повышается здесь до 0,85—0,88 и орошение осуществляется расчетными поливными нормами. Таким образом, в старой и новой зонах орошения необходимо создавать инженерные оросительные системы, на которых повышаются коэффициенты использования воды и снижаются затраты труда. В новой зоне орошения Каршинской, Голодной, Джизакской и Сурхан-Шерабадской степей поливы проводятся из лотковой оросительной сети, закрытых оросительных систем, расположенных в продольном и поперечном направлении. Длина поливных борозд 300—400 м. Поливы хлопчатника в этих условиях можно проводить и дождевальными машинами «Фрегат» и «Волжанка», но для этого полям требуется тщательная капитальная и текущая планировки. Планировоч-

ные работы желательно проводить без больших объемов срезок и подсыпок и по возможности с однородным поперечным и продольным уклонами. На пересеченной местности на некоторых частях поливного участка допускается и несколько уклонов, но с единым уклоном в пределах всего участка. Наличие на одном поле нескольких участков, поливаемых в разном направлении, снижает производительность труда поливальщиков с 1 до 0,4 га.

Передовой практикой доказано, что наилучшая форма поливных участков при посеве хлопчатника — прямоугольник, где около 75—85% всех операций проводится в продольном направлении и около 15—25% в поперечном.

Повышение коэффициента использования воды во многом определяется и размерами поливных участков. Если в хозяйстве поливные участки небольшие (2—3 га), то подводящая оросительная сеть имеет значительную протяженность, скорость течения воды в мелких оросителях небольшая, поэтому они быстро зарастают травянистой растительностью. А это увеличивает потери воды на фильтрацию, ухудшается мелиоративное состояние земель и уменьшается коэффициент использования воды.

При наличии в хозяйстве мелкой оросительной сети вода подается на многие орошаемые участки и производительность труда на поливе вследствие этого резко снижается. На небольших (до 5 га) поливных участках производительность тракторов во время междурядных обработок падает, увеличивается площадь под разворотными полосами, а коэффициент земельного использования под занятой культурой уменьшается.

Чтобы повысить коэффициенты использования воды (КИВ) и земли (КЗИ), размеры орошаемых участков необходимо увеличивать до 12—15 га в старой и 20—25 га в новой зоне орошения, что обеспечит высокую производительность труда на поливе и междурядных обработках. На укрупненных поливных участках удельная протяженность оросительной сети сокращается, пропускная способность оросителей увеличивается. При этом потери воды на фильтрацию меньше и поливы будут проводиться сосредоточенно групповым способом. Полив укрупненного участка осуществляется на всю длину гона и заканчивается в сжатые сроки.

Послеполивная спелость почвы наступает одновременно по всей длине гона, а это очень важно для качественной междурядной обработки на заданную глубину.

Чтобы улучшить качество полива и повысить производительность труда поливальщиков, нарезают временную оросительную сеть (ок-арыки), которая обеспечивает равномерный забор и распределение воды. Расстояние между временными оросителями (длину поливных борозд) устанавливают в соответствии с уклоном поливного участка, водопроницаемостью почвы и шириной междурядий. Перед началом поливов на поля подвозят армирующие средства для равномерного распределения и подачи воды в борозды.

3. Элементы техники полива

Главными элементами техники поверхностных поливов является правильный выбор длины поливных борозд, размера поливной струи и способов армирования борозд. Длина поливной борозды дифференцируется в зависимости от водно-физических свойств почвы, уклона орошаемого участка и ширины междурядий.

Очень часто поверхностные поливы проводят по чрезмерно коротким бороздам (40—60 м), и это требует нарезки густой оросительной сети, снижаются коэффициент использования земли, производительность тракторов и сельскохозяйственных машин, увеличиваются потери воды в сброс и на фильтрацию, уровень грунтовых вод повышается, ухудшается мелиоративное состояние орошаемой территории.

Иногда поливы проводят по слишком длинным поливным бороздам (600—800 м), что также отрицательно влияет на использование воды, так как увеличиваются потери ее на фильтрацию, а это вызывает вторичное засоление и ухудшение условий роста и развития растений.

Чем длиннее поливная борозда, тем выше производительность труда на поливе и тем легче механизировать и автоматизировать распределение воды по бороздам.

В практике при установлении длины поливных борозд руководствуются качеством увлажнения почвы по всей их длине и на заданную глубину. Чтобы эф-

фективно использовать поливную воду и орошаемую землю, необходимо длину поливной борозды увязывать еще с величиной струи и способом распределения воды в борозды.

Установление оптимальной длины борозды дает возможность повысить коэффициент использования поливной воды и производительность труда поливальщика, применять комплекс машин по уходу за растениями.

При неправильном распределении воды в борозды создаются различные скорости ее продвижения, впитывания, больше воды уходит в сброс. Если по борозде проходит колесо трактора, сильно уплотняющее почву, то водопроницаемость снижается, скорость продвижения воды возрастает, добегание воды по бороздам происходит неодновременно, увеличивается и процент сброса воды. За счет неравномерного впитывания воды в бороздах снижается коэффициент ее использования. Повысить КПД техники полива можно применением переменных токов подачи воды в борозды. В начале полива в борозды, в зависимости от их уплотненности, подают максимальное количество воды, а после добегания ее до конца борозды струю сокращают с учетом впитывания.

При неравномерном распределении воды в борозды возможен размыв оголовков поливных борозд. Поливальщик должен постоянно внимательно следить за этим, так как это может вызвать снижение производительности его труда.

В конкретных условиях орошаемого участка размеры струи в борозды должны устанавливаться с таким расчетом, чтобы было обеспечено равномерное распределение воды по полю, увлажнение почвы заданной нормой на расчетную глубину. Поливная струя не должна размывать и деформировать профиль борозды, а также смывать минеральные удобрения. Она должна обеспечить увлажнение почвы инфильтрацией, капиллярным путем, сохраняя рыхлость и мелкокомковатое состояние верхнего слоя, необходимое для механизации междурядных обработок после полива.

Неравномерная поливная струя может вызвать затопление почвы и ухудшение гигиенических условий труда поливальщика, а это снизит его производительность.

Значительное повышение производительности труда и коэффициента использования воды дает проведение поливов на укрупненных участках, предварительно спланированных длиннобазовыми планировщиками (табл. 56).

Таблица 56

Длина поливных борозд и размеры поливной струи в зависимости от уклонов и водопроницаемости почв на укрупненных участках
(по *У. Муслимову*, 1976)

Уклон поливного участка	Водопроницаемость	Длина борозды, м		Расход воды в борозду, л/с	
		при междурядьях, см			
		60	90	60	90
Большой 0,008—0,010	Слабая	250—300	—	0,2—0,8	—
Средний 0,003—0,007		250—300	—	0,3—0,5	—
Малый 0,0002		200—250	—	0,5—0,0	—
Большой	Средняя	200—350	350—400	0,3—0,5	0,6—0,8
Средний		200—250	350—400	0,4—0,6	0,8—1,0
Малый		До 200	До 300	0,5—0,7	1,0—1,0
Большой	Высокая	100—150	200—250	0,4—0,6	0,8—1,0
Средний		100—150	200—250	0,6—0,8	1,0—1,2
Малый		До 100	150—200	0,8—1,0	1,2—1,5

В. Е. Еременко (1957) установил, что равномерность увлажнения почвы по длине борозды определяется количеством сбросной воды. Процент сброса возрастает с увеличением размера подаваемой воды в борозду и с уменьшением впитываемости воды в почву после уплотнения ее очередными поливами и междурядными обработками.

Чрезмерное (более 400 м) удлинение поливных борозд на плохо спланированных участках может также отрицательно повлиять на производительность труда поливальщиков и увеличить потери воды на фильтрацию.

Таблица 57

Элементы техники полива по бороздам в зависимости от уклона участка, водопроницаемости почв и ширины междурядий
(по *Н. Т. Лактаеву*, 1978)

Уклон и водопроницаемость		Длина борозды, м	Для междурядий 60 см		Длина борозды, м	Для междурядий 90 см	
			Расход, л/с	Поливная норма, м/га		Расход, л/с	Поливная норма, м/га
0,04	А	40	0,1	1150			
	Б	75	0,1	1120			
	В	125	0,1	1220			
	Г	150	0,05	1440			
	Д	175	0,05	8060			
0,01	А	100	0,5	960			
	Б	125	0,25	1000			
	В	200	0,25	1270			
	Г	200	0,1	1500			
	Д	200	0,05	1800			
0,005	А	175	0,75	900			
	Б	275	0,75	965			
	В	325	0,5	1200	450	0,5	1176
	Г	400	0,25	1500	450	0,23	1362
	Д	375	0,1	1500	400	0,1	1570
0,0175	А	225	1,5	900			
	Б	300	1,0	1040	450	1,2	938
	В	350	0,5	1120	600	0,75	175
	Г	425	0,25	1300	650	0,35	1090
	Д	400	0,1	1500	550	0,15	190
0,0005	А	150	1,0	920			
	Б	250	0,75	1040			
	В	350	0,50	1200	600	0,75	1060
	Г	550	0,50	1300	850	0,5	1170
	Д	850	0,25	1370	1000	0,3	1380

А — сильноводопроницаемые — супеси и легкие суглинки; *Б* — повышенной водопроницаемости — легкие суглинки; *В* — средней водопроницаемости — средние суглинки; *Г* — пониженной водопроницаемости — тяжелые суглинки; *Д* — слабоводопроницаемые — глины и суглинки, подстилаемые водонепроницаемыми прослойками.

Полив укрупненного участка нужно вести сосредоточенным током с круглосуточной подачей воды. Требуется организовать и четкую работу тракторных агрега-

тов на послеполивных междурядных обработках. Поливы на укрупненных участках в новой зоне орошения проводят по всей длине и в один прием, сосредоточив необходимое количество поливальщиков в одном месте. При поливе сосредоточенным током затраты труда уменьшаются на 10—15%, сокращается продолжительность работы одновременно действующей оросительной сети, повышается производительность труда на междурядных обработках и рационально используется поливная вода.

На участках со средними и большими уклонами вести полив без сброса воды трудно, особенно на почвах с пониженной водопроницаемостью (табл. 57). На большей части поливных участков сброс воды достигает 20—25%. Сократить эти потери можно, если уменьшить время, идущее на увлажнение почвы в нижнем створе борозды, увеличив расход воды в борозде в начале полива. Экономить поливную воду можно и за счет уменьшения расходов в голове борозды после ее добегания.

Из сопоставления приведенных данных о поливных нормах с различной длиной поливной борозды видно, что поливы сельскохозяйственных культур на сильноводопроницаемых почвах по бороздам длиной 150—200 м дали слишком большие нормы воды — 1400—1800 м³/га. С увеличением размера струи в борозду поливная норма сокращается, однако при поливе по бороздам длиной 400 м размеры поливных норм возрастают до 1500 м³/га. Оптимальные поливные нормы должны быть в пределах 900—1200 м³/га. При поливе по удлиненным бороздам производительность труда поливальщиков повышается в 4,5 раза, на 54 % снижается стоимость полива и повышается коэффициент использования поливной воды.

Длину поливной борозды можно рассчитать по формуле:

$$l = 10\,000\,\frac{q \cdot t}{m \cdot d},$$

где l — длина поливной борозды, м; q — расход воды, л/с; t — время подачи воды в борозду, ч; m — поливная норма, м³/га; d — ширина междурядий, м.

Расходы воды в борозды можно рассчитать по формуле:

$$q = 1{,}28 \sqrt{ih^2},$$

где q — расход воды в борозду, л/с; 1,28 — постоянное число; i — уклон дна борозды; h — возможная глубина воды в борозде, см.

Глубина воды в борозде

$$h=0{,}6\cdot H-2\Delta,$$

где h — глубина воды в борозде, см; 0,6 — ширина междурядья, м; H — глубина борозды от поверхности гребня до дна, см; Δ — точность планировки поверхности поля, ± см (показывает, какое возможно отклонение фактической отметки поверхности поля от проектной).

По данным СоюзНИХИ и других научно-исследовательских учреждений, с увеличением поливной струи время на полив будет сокращаться, но процент сбросной воды и разрушение борозд увеличиваются. Чтобы не снижался коэффициент использования поливной воды, необходимо менять длину поливной борозды и размер струи в борозды в сторону увеличения.

В зависимости от уклона поливного участка можно рекомендовать следующие размеры струи в борозду: при междурядьях 60 см и уклоне 0,001—0,005—1—0,75 л/с; 0,005—0,001—1,5—1 л/с; 0,001—0,02 — не более 0,3—0,5 л/с. На поливах хлопчатника и других культур, выращиваемых на участках с малыми уклонами и с широкими междурядьями, размеры струи в борозду можно увеличивать до 1,5 — 2,5 л/с.

Таким образом, повысить производительность труда на поливе можно, если правильно сочетать элементы техники поливов — длину поливных борозд и размер подаваемой воды. Увеличивать количество воды, подаваемой в борозды, можно только после нарезки глубоких поливных борозд. В Самаркандской области проведены интересные исследования о влиянии глубины и длины борозды при междурядьях 90 см на урожай хлопка-сырца (табл. 58).

Исследования показали, что поливы хлопчатника по глубоким бороздам обеспечивают хорошее капиллярное увлажнение почвы на заданную глубину без нарушения структурного состояния почвы, равномерное распределение воды по всей длине борозды и наступление одновременного поспевания почвы для проведения междурядной обработки.

На участках, где поливы проводятся по глубоким

Таблица 58

Влияние размеров поливной струи и длины борозды на рост, развитие и урожай хлопка-сырца (по *Я. Х. Горенбергу, М. Шеркулову*, 1968—1970)

Размеры борозды, см		Струя в борозду, л/с	Высота растений, см	Число симподиев, шт.	Число коробочек, шт.	Урожай, ц/га
глубина	длина					
18	100	0,1	67,8	11,1	10,0	27,7
25	100	0,1	71,1	11,9	10,8	29,2
18	200	0,2	70,1	11,4	10,4	30,0
25	200	0,2	72,8	11,2	11,2	31,9
18	300	0,3	72,7	11,1	10,9	29,0
28	300	0,3	77,2	12,1	10,1	33,3

бороздам, почва увлажняется методом инфильтрации и поддерживается в более рыхлом и влажном состоянии. Это обеспечивает лучшую микробиологическую деятельность в почве, усиленный рост, развитие растений и повышение урожайности хлопчатника.

Проведение поливов инфильтрацией в установленные сроки возможно только при условии правильного регулирования воды в борозду, что исключает недополивы в конечной и переполивы в головной ее части. Полив на участках со слабо выраженной водопроницаемостью почвы продолжается до 24—36 ч., а при хорошей водопроницаемости время подачи воды в борозды не превышает 12—16 ч.

4. Способы армирования поливных борозд

Распределение и регулирование воды в борозды в колхозах и совхозах осуществляется главным образом бумажными салфетками (бумага от мешков из-под минеральных удобрений), чимом (дерном), деревянными и металлическими щитками, трубочками-сифонами, а также гибкими и жесткими трубопроводами с регулирующими водовыпусками.

Поливные борозды, армированные бумажными салфетками, имеют целый ряд существенных недостатков. Во-первых, при таком способе распределения воды не достигается равномерного ее поступления. В начальный период после пуска воды в борозды ее поступает заданное количество, а потом оголовки борозды размы-

ваются, и ток воды увеличивается. Это вызывает смыв почвы, удобрений и разрушение борозд. Если же размер струи устанавливается меньше заданного, то это приводит к потерям воды на фильтрацию, к неравномерному увлажнению корнеобитаемого слоя почвы по длине борозды и снижению производительности труда поливальщиков. Повысить производительность труда и увеличить коэффициент использования воды можно за счет внедрения новых, более прогрессивных способов подачи воды в борозды с помощью трубочек-сифонов (рис. 26) и поливных машин. Трубочки-сифоны и

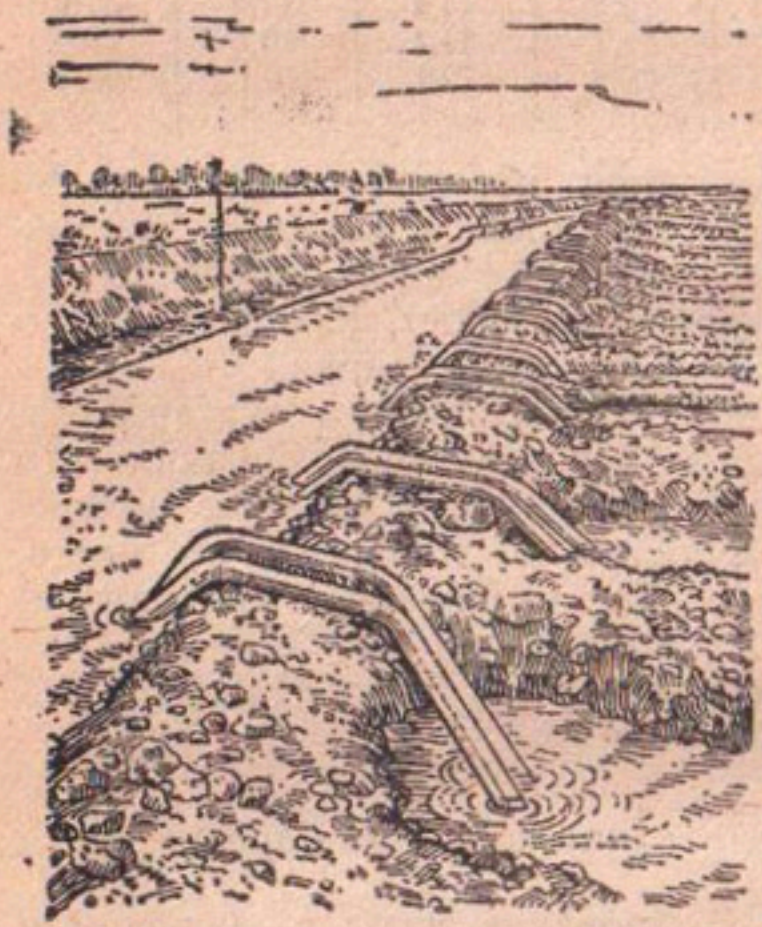


Рис. 26. Полив хлопчатника с распределением воды в борозды трубочками-сифонами.

поливные машины имеют следующие преимущества: достигается одинаковый ток воды в борозды и равномерное добегание ее по всем бороздам, почва равномерно увлажняется по всей длине борозды, полив одновременно заканчивается на всем участке, повышается коэффициент использования воды за счет сокращения потерь ее на фильтрацию и в сброс, особенно при работе поливных машин в ночное время.

С применением трубочек-сифонов и гибких трубопроводов полив можно вести переменным током, увеличивая или уменьшая число трубочек-сифонов в каждую борозду или увеличивая струю воды в борозд-

ды через регулирующий водовыпуск в трубопроводе (табл. 59).

Таблица 59

Примерная пропускная способность трубочек-сифонов (по *С. А. Гильдиеву*, 1970), л/с

Диаметр трубочки-сифона, мм	Разность между уровнем воды в ок-арыке и борозде, см		
	3	5	10
20	0,12	0,15	0,21
30	0,27	0,35	0,52
40	0,53	0,68	0,97
50	0,86	1,10	1,57

При применении трубочек-сифонов на полях с малыми уклонами для увеличения расходов воды требуется в каждую борозду устанавливать по две трубочки. После добегания ее до конца борозды ток сокращают, оставляя в каждой борозде по одной трубочке. Расход воды через трубочки-сифоны можно вычислить по формуле С. М. Кривовяза (1962):

$$q = 0{,}0225 \cdot d^2 \sqrt{h},$$

где q — расход, л/с; d — диаметр сифона, см; h — напор (высота слоя воды над центром отверстия трубочки-сифона), см.

Удовлетворительная пропускная способность воды трубочками-сифонами может быть получена только при создании напора, равного двум диаметрам трубочек, применяемых на поливе, и отсутствии резких колебаний уровня воды во временном оросителе.

Для поддержания нужных уровней воды в оросительной сети, кроме земляных перемычек из чима или земли, покрытых водонепроницаемой бумагой, применяются и брезентовые перемычки. Брезентовые перемычки, изготовленные из металлического прута (диаметром 20 мм) в виде рамки, устанавливают во временной оросительной сети. Нижние концы рамки, обтянутой брезентом (2,5×3 м), опускают на дно оросителя, создавая нужный подпор воды для нормальной работы трубочек-сифонов.

При таком распределении воды нет необходимости

нарезать дополнительные выводные борозды (бешамаки), так как трубочки-сифоны позволяют подавать воду из оросителя сразу в борозду.

Наибольшая эффективность от применения новейших армирующих средств достигается на укрупненных поливных участках, как в новой, так и в старой зонах орошения.

Поливы на укрупненных участках. На укрупненных участках достигается повышение производительности труда поливальщиков, увеличиваются коэффициенты использования воды и применение комплекса машин по уходу за растениями. Вода, подаваемая на укрупненные участки, расходуется сосредоточенным током, а обработка почвы ведется по всей длине поливного участка. Поливы на укрупненном поле ведутся групповым способом: три-четыре поливальщика работают на части поливного участка на всех ок-арыках. Завершив полив, они переходят на вторую его часть и распределяются также на всех ок-арыках. Расстояние между ок-арыками при такой технологии полива достигает 300—400 м, а общая длина участка 1000—1200 м.

Для правильной организации послеполивных обработок почвы, чтобы тракторы проходили по всей длине поля, полив начинают с конца временного оросителя и передвигаются к его началу. При поливе по всем ок-арыкам поливальщики помогают друг другу, а сбрасываемую воду с верхних ок-арыков используют на поливы в нижней части поля. Такая организация позволяет повысить производительность труда на поливе и послеполивных обработках почвы.

По данным П. Н. Гуриной (1952), при поливе участка по всей длине групповым способом расходы воды уменьшаются на 360—400 м³/га, а время на полив сокращается почти в два раза по сравнению с поливом на неукрупненных участках.

5. Полив по бороздам из закрытых оросительных систем

Все большее распространение получают поливы из закрытых оросительных систем. Производительность труда поливальщиков можно повысить значительно быстрее, заменив открытую временную оросительную

сеть, выполненную в грунте, на закрытые трубопроводы, подводящие воду к орошаемым участкам, которые обычно располагаются как временные оросители; на них устанавливают выпускные гидранты тарельчатого типа. Из гидрантов вода поступает в гибкие полиэтиленовые шланги с регулирующими водовыпусками или в открытые временные оросители, из которых вода подается трубочками-сифонами в поливные борозды.

На поливах хлопчатника широко практикуется также подача воды из закрытых подземных трубопроводов, имеющих через 60 или 90 см водовыпуски, из которых вода поступает самотеком в поливные борозды. Иногда в трубопроводах против каждой борозды устраивают водовыпуски с задвижкой для регулирования бороздковой струи.

Комбинированные оросительные системы все шире применяются для подачи и распределения воды в новой зоне орошения Каршинской, Сурхан-Шерабадской, Джизакской и Голодной степей. Лучшим способом полива хлопчатника в новой зоне орошения можно считать расположение оросителей в продольном и поперечном направлении, при этом длину борозд можно доводить до 300—400 м.

В настоящее время доказана эффективность оросительных систем с закрытыми самотечно-напорными трубопроводами. Преимущество их следующее. Сведены до минимума потери воды на фильтрацию и испарение, упрощается распределение воды по орошаемой площади и сокращается протяженность ирригационных каналов. К напорным оросительным системам можно подключать дождевальные и поливные машины, успешно решая вопросы механизации и автоматизации поливов.

Поливы по бороздам из закрытой распределительной сети трубопроводов и лотков на средних уклонах рекомендуется осуществлять по поперечной схеме, из коротких (25—30 м) отрезков трубопроводов, расположенных рядом (параллельно) .с лотками.

Комбинированная система напорных трубопроводов может найти наибольшее распространение в предгорных орошаемых районах с уклонами поливных участков 0,003—0,03, где создаются естественные напоры в системах и облегчается их использование.

Комбинированная закрытая оросительная система по схеме Шарова — Шейнкина представляет собой под-

земные трубопроводы из асбестоцементных труб, или труб, армированных полиэтиленом, проложенных на поливных участках на глубине 60—70 см, с напором воды до 4 м.

Перпендикулярно транспортирующим трубопроводам на глубине 25—30 см прокладывается водораспределительная закрытая сеть из асбестоцементных или полиэтиленовых труб, но с меньшей пропускной способностью, рабочий напор воды 0,2—1,2 м. Вода из закрытых транспортирующих трубопроводов попадает во временные закрытые оросители, расстояние между которыми определяется длиной поливных борозд.

В закрытых поливных трубопроводах одинаковый напор поддерживается за счет равномерного падения уклона, что обеспечивает качественный полив заданной струей по всей длине поливной борозды.

В конце поливного трубопровода оставляется дроссельная задвижка — промывник для очистки оросительной системы от наносов и посторонних примесей, попадающих в систему. По всей длине поливного трубопровода через каждые 60 или 90 см просверлены отверстия— водовыпуски с диаметром, увеличивающимся к концу трубопровода до 4 мм. Напоры воды в системе меняются в зависимости от уклона орошаемого участка, и вода, преодолевая фильтры над водовыпусками, выходит на поверхность в виде родничков и направляется в борозды.

Закрытая оросительная система обеспечивает равномерное распределение воды в борозды, а производительность труда на поливе повышается в два-три раза, повышается производительность и на междурядных обработках на 15—20%, а КЗИ — на 4—5% (Г. Ю. Шейнкин, 1970).

Закрытой оросительной системе присущи и недостатки: при поливе могут образовываться глубокие воронки, затрудняющие распределение воды в борозды и проход тракторов при культивации, возможно попадание сорняков и илистых частиц в трубопроводы, что потребует дополнительных затрат на их очистку. При орошении люцерников расходы воды из водовыпусков необходимо увеличить в 10—12 раз.

Подземное орошение хлопчатника на луговых почвах в учхозе им. Кирова ТашСХИ по разработкам ГСКБ по ирригации (И. Л. Бизуевский) снижало ручные затраты на распределение воды и повышало урожайность. Пода-

ча воды в борозды из закрытых оросителей, проложенных на глубине 45—50 см, и выход ее на поверхность в виде родничков позволили с одной позиции равномерно увлажнять почву на длину 320 м. При сравнении подземного орошения из закрытой оросительной сети с обычным поливом по бороздам выявилось преимущество нового способа орошения. Урожайность хлопчатника повышалась с 34,1 до 38,2 ц/га, при равной оросительной норме (2,9 тыс. м³/) и на 183,1 руб/га увеличивался доход (С. С. Набиходжаев, 1978).

При использовании воды на орошение из закрытых систем, кроме гибких переносных трубопроводов, можно использовать и жесткие поливные трубопроводы, которые имеют регулирующие водовыпуски и плотно к ним присоединяются через гидранты (рис. 27).

На орошаемых участках с малыми уклонами для создания необходимых напоров поливной воды применяют поливные передвижные агрегаты ППА-165 или насосные установки типа СНП-500.

При распределении воды из гибких трубопроводов отпадает необходимость нарезать внутрихозяйственную временную оросительную сеть, на что обычно отчуждается 3—5% орошаемой площади. Трубопроводы раскладываются пропашным трактором по уклону с таким расчетом, чтобы отверстия приходились на середину междурядий.

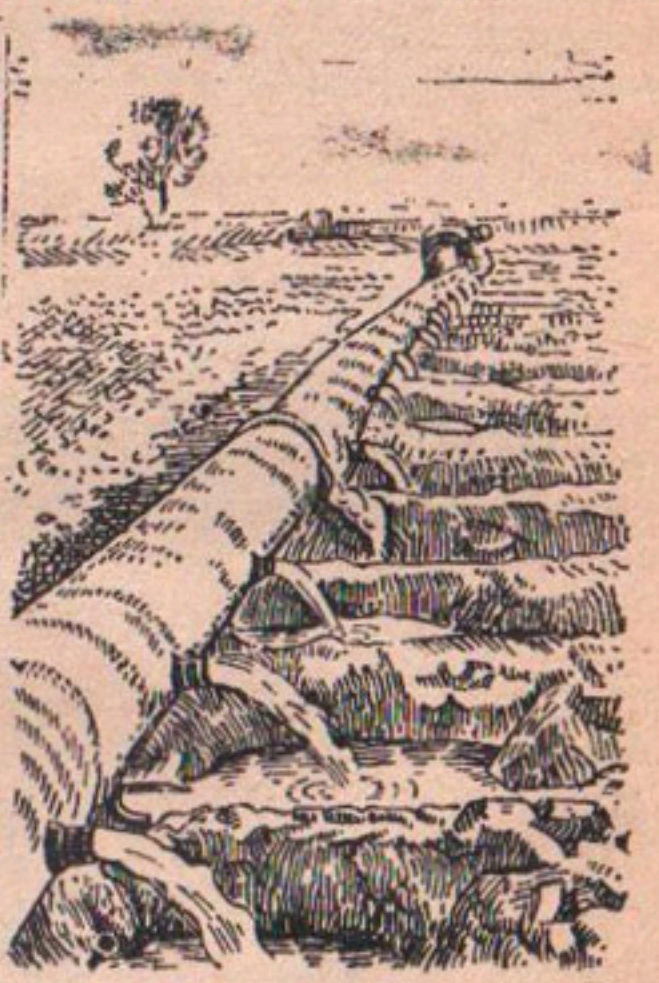


Рис. 27. Полив хлопчатника из полужесткого трубопровода.

Наибольший экономический эффект от применения гибких трубопроводов в комплекте с поливными машинами достигается на землях с малыми уклонами и неинженерной оросительной сетью.

Широкое применение гибкие трубопроводы и поливные машины конструкции ГСКБ по ирригации получили на орошении хлопчатника на участках с малыми уклонами в Голодной, Каршинской и Сурхан-Шерабадской степях.

В гибких трубопроводах диаметром 200—300 мм просверлены отверстия, армированные водовыпусками различной конструкции, которые позволяют легко регулировать требуемый размер струи в борозду.

Во время работы поливных машин ППА-165, ППА-165У (рис.28) вода подкачивается в трубопроводы, создаются определенные напоры, и поливальщику остается только отрегулировать нужную струю в борозду и следить за ее поддержанием в процессе полива. Для транспортировки воды к орошаемому полю применяются гибкие трубопроводы с внутренним диаметром 300 мм, расстояние между водовыпускными отверстиями 60—90 см.

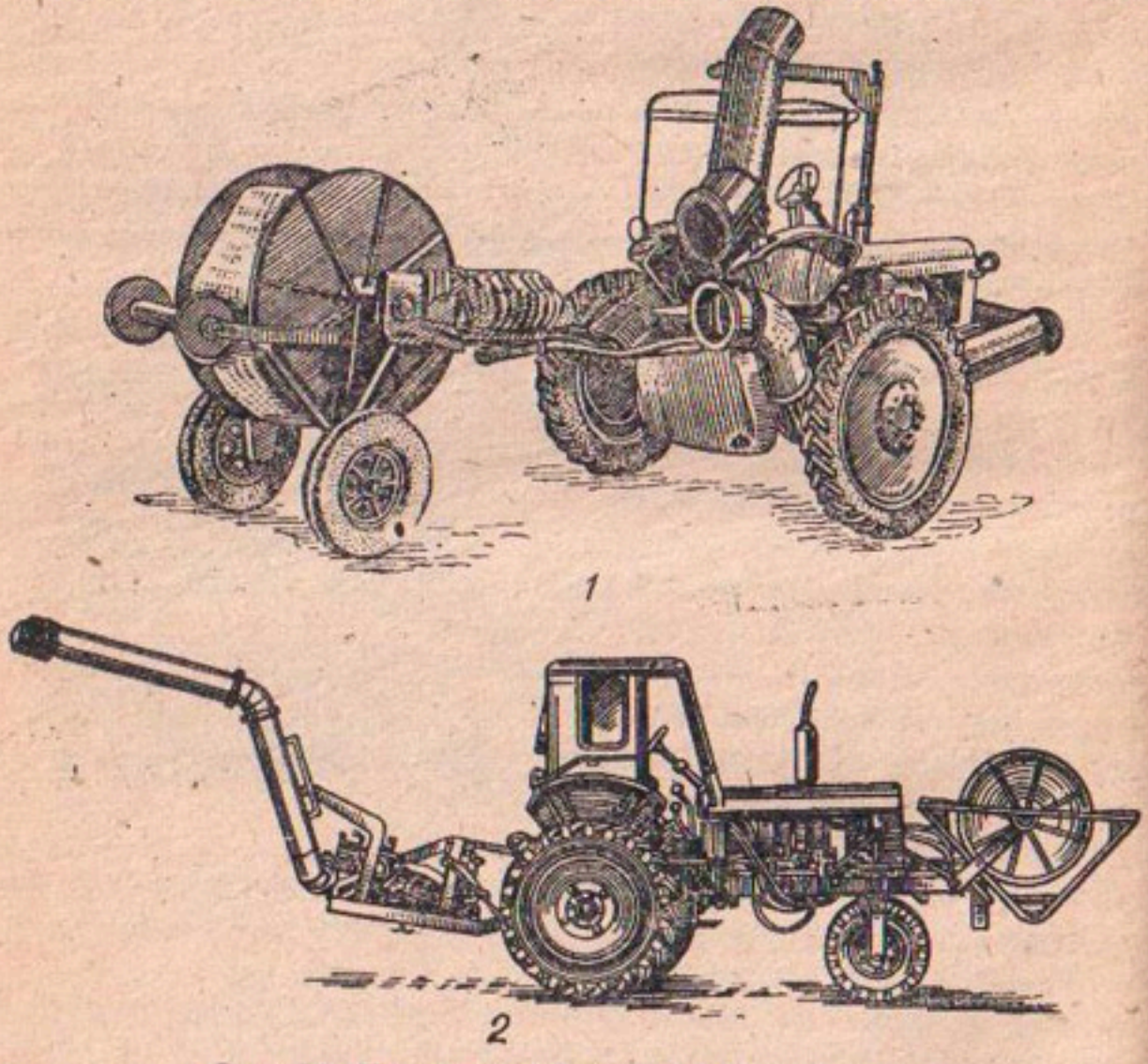


Рис. 28. Поливные передвижные агрегаты:
1— ППА-165; *2*— ППА-165У.

Поливные трубопроводы для забора воды иногда подсоединяют через сифон к лотковой оросительной сети. При таком способе на орошение подается не более 40—50 л/с воды, что позволяет поливать одновременно площадь 2—3 га.

Поливные машины, кроме раскладки транспортирующих трубопроводов перед поливом, производят и их сборку после полива.

В условиях новой зоны орошения Голодной степи поливные машины позволяют повысить производительность труда в два-три раза, сократить затраты оросительной воды за счет уменьшения фильтрации на 10—12%, орошаемая площадь и урожаи возделываемых культур увеличиваются (В. М. Вейсманов, М. А. Толчинский, 1970).

Испытания работы шланговых поливных машин в новых орошаемых районах южной климатической зоны подтвердили их высокую экономическую эффективность при распределении воды в борозды на посевах тонковолокнистого хлопчатника.

Поливы тонковолокнистого хлопчатника на вновь осваиваемых такыровидных землях Сурхан-Шерабадской долины, имеющих низкую водопроницаемость, особенно бывают затруднительными из-за сложности регулирования заданной поливной струи. Для нормальной работы поливальщиков требуются большие затраты на подготовку полей и на устройство временных оросителей. На полив одного гектара тонковолокнистого хлопчатника в условиях совхоза им. Абдуллы Набиева Гагаринского района Сурхандарьинской области затрачивается 1,7—2,7 чел.-дня, что составляет 35—40% затрат труда на выращивание в период вегетации. Средняя продолжительность полива в хозяйстве одного участка при обычном способе — 60—70 ч., а при орошении поливной машиной ППА-165—35—40 ч. Средний расход воды в борозду при обычном способе полива изменился от 0,28 до 0,15 л/с, средняя поливная норма при обычном распределении воды в борозды достигала 1800—2000 м^3/га, а при машинном орошении —1400—1500 м^3/га. Производительность труда поливальщиков на обычном поливе составляла 0,4—0,5 га за смену, что вызывало неравномерное поспевание почвы, затрудняло применение механизированной обработки и снижало качество работ. Производитель-

ность поливной машины ППА-165 за смену (7 ч) достигала 4—5 га, т. е. увеличивалась почти в 8—10 раз по сравнению с обычным распределением воды в борозды. Более правильное распределение воды по длине поливной борозды и увлажнение почвы на большую глубину обеспечивало забег в росте растений на 4—6 см, увеличилось число коробочек, а прибавка урожая хлопка-сырца составила 5,6 ц/га (табл. 60).

Таблица 60

Влияние способа полива на рост, развитие и урожай тонковолокнистого хлопчатника (по *В. Т. Льву, Х. Курбанову*, 1970—1974)

Способ полива	Влажность почвы, % ППВ	Поливная норма, м³/га	Оросительная норма, м³/га	Высота растений, см	Число коробочек, шт.	Урожай, ц/га
Распределением воды бумажными салфетками	56,1	1840	7360	80,3	16,3	28,7
Поливной машиной ППА-165	70,5	1370	6490	86,1	19,0	34,3

При обычном способе полив 1 га обходится совхозу в 3 руб. 09 коп., при работе машины ППА-165 стоимость полива снизилась до 0,83 руб. Применение машины ППА-165 в совхозе им. А. Набиева позволило уменьшить затраты средств на поливе на 2 руб. 17 коп. с каждого гектара, производительность труда увеличилась в 8—10 раз. Комплект гибких трубопроводов с поливной машиной ППА-165 может обеспечить качественный полив хлопчатника на площади 80—100 га.

6. Полив из лотковой оросительной сети

Совершенствование техники поливов и повышение коэффициента использования поливной воды особенно в новых орошаемых районах Голодной и Каршинской степи с успехом может быть выполнено при строительстве лотковой оросительной сети (рис. 29). В районах нового освоения земель при прогоне воды в каналах с земляным руслом наблюдается большая

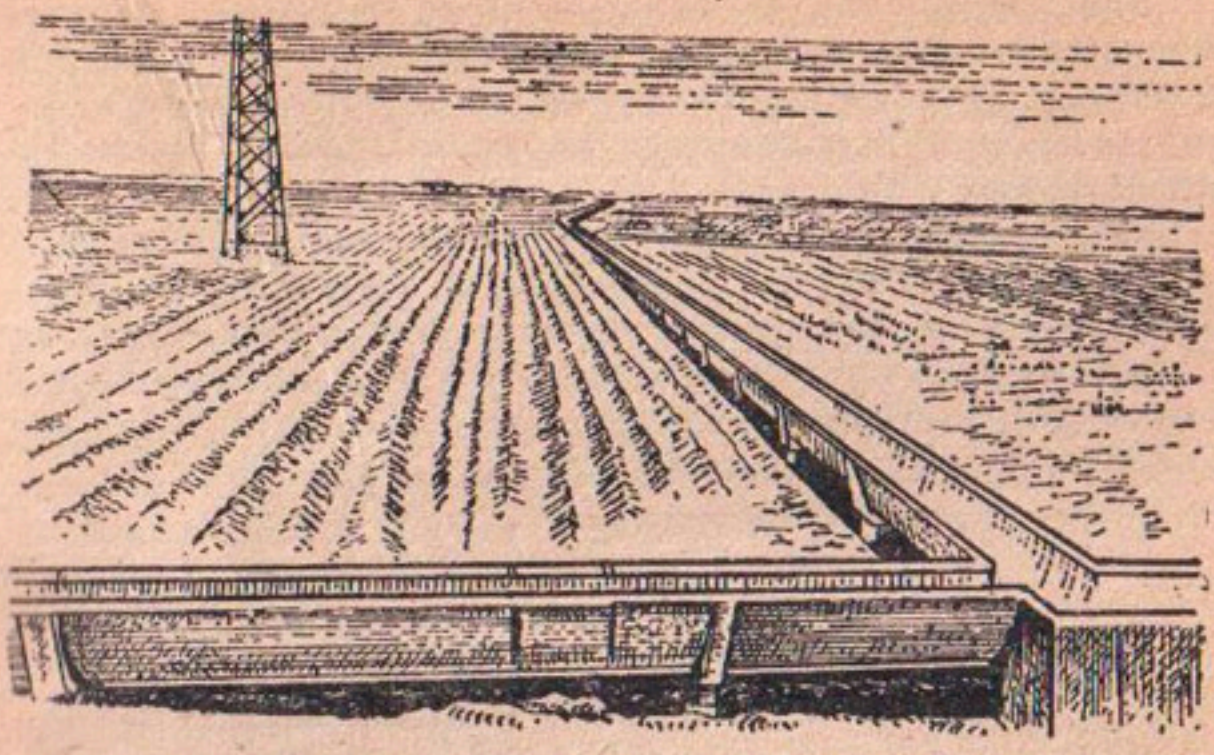


Рис. 29. Лотковая оросительная сеть в Голодной степи.

фильтрация и потери ее достигают 40—50%; вследствие этого ухудшается мелиоративное состояние земель и возникает вторичное засоление. Орошение сельскохозяйственных культур из лотковой сети широко применяется во многих районах Узбекистана, в Туркмении в зоне Каракумского канала, Таджикистане, на Украине и в других республиках. Только в последние годы в Голодной степи построено более 4 тыс. км лотковой оросительной сети, что значительно повлияло на повышение производительности труда. При поливе хлопчатника из лотковой оросительной сети коэффициент полезного действия оросителей возрастает до 0,90—0,96 и предоставляется полная возможность механизировать распределение воды в борозды с помощью гибких трубопроводов с регулирующимися водовыпусками. В новой зоне орошения Голодной степи устанавливаются лотки длиной 6 м, с пропускной способностью от 120 до 1200 л/с.

Участковые лотки-распределители имеют большую пропускную способность, и расстояние между ними принимается равным длине гибкого трубопровода, но не более 400—500 м. Если лоток имеет двухстороннее командование, то длина его удваивается. Длина участкового лотка может достигать 3500—4000 м, но оптимальной считается—2000—2500 м.

Участковый лоток-распределитель должен обеспечить подачу воды на орошение 150—200 га посевной площади. Поливы хлопчатника из лотковой оросительной сети могут проводиться по двум схемам: продольной и поперечной.

При продольной схеме поливные борозды нарезают параллельно лотку по наибольшему уклону участка. Вода из лотка забирается через водовыпуски, подается в гибкий трубопровод и подводится к поливным бороздам. Размер струи регулируют водовыпусками, расположенными над поливной бороздой (рис. 30).

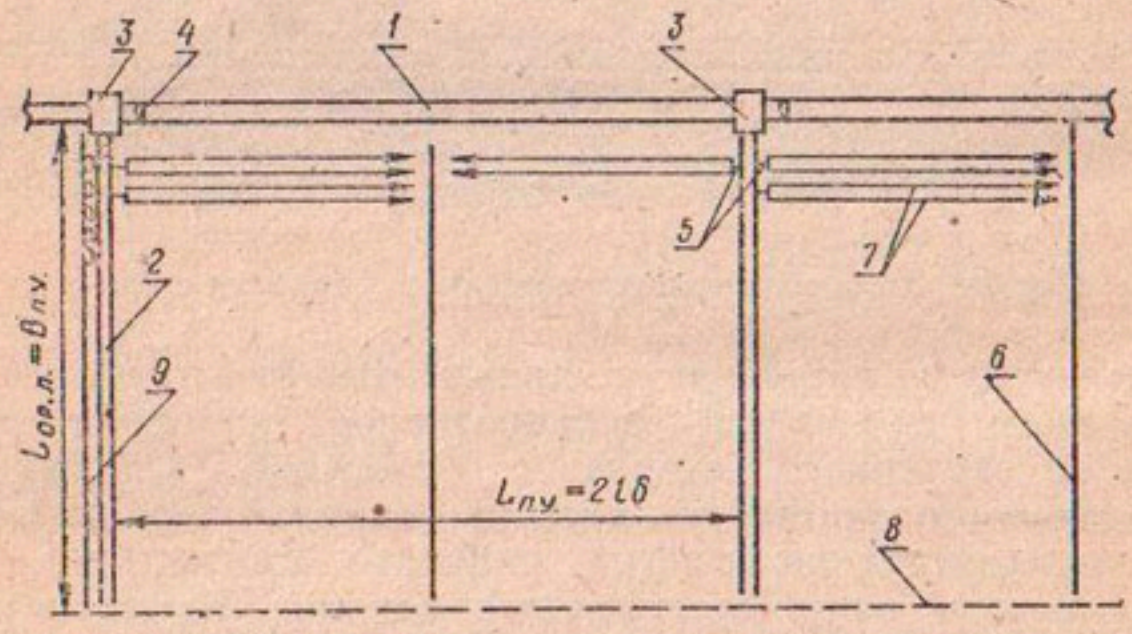


Рис. 30. Схема полива из оросительного лотка:
1 — групповой оросительный лоток; *2* — участковый оросительный лоток; *3* — водовыпуск в участковый оросительный лоток; *4* — перегораживающий щит; *5* — водовыпуск-регулятор с гибкими переносными шлангами в поливные борозды; *6* — временный уравнительный ок-арык; *7* — поливные борозды; *8* — дрена.

При поперечной схеме расположения лотков поливные борозды нарезают перпендикулярно участковому лотку. Вода на орошение из лотка забирается при помощи переносного сифона в короткие (30—50 м) шланги, укладываемые вдоль распределителя. Каждый переносной сифон может забирать воду из лотка в любом месте до 30 л/с.

Научно-исследовательские институты, проверявшие эксплуатацию каналов-лотков из железобетона, выявили следующие их преимущества перед оросительной сетью в грунте. Коэффициент земельного использования повышается до 0,90, сокращаются трудовые и денежные затраты. По сведениям института Средазгипроводхлопок, применение лотковой оросительной сети

взамен каналов в грунте обеспечивает экономию средств на поливах от 26 до 60 руб/га. Производительность труда на поливе гибкими трубопроводами, получающими воду из лотков, возрастает до 2,5—3 га за смену против 0,5—0,9 га при поливе из оросителей в земляном русле. Отпадает операция очистки каналов от наносов и зарастания.

В новой зоне Голодной степи поблизости от лотковой оросительной сети насчитывается около 3 тыс. га полезащитных лесных полос. Лесные полосы способствуют сохранению и дополнительному накоплению в зимне-весенний период влаги в почве и формированию оптимального микроклимата.

Лотковая оросительная сеть имеет и недостатки в работе. При установке ее затруднены проходы тракторов и сельскохозяйственных машин. Лотковая оросительная сеть не обеспечивает подачу воды на промывной режим орошения и для земель с повышенной фильтрацией, а это требует строительства дополнительных оросителей в земляном русле, которые фильтруют много воды и ухудшают мелиоративное состояние земель. Несмотря на перечисленные недостатки, лотковая оросительная сеть в новой зоне орошения позволила значительно повысить производительность труда и снизить затраты на поливах. Автоматизированная подача воды из лотков в длинные борозды обеспечила равномерность распределения с отклонениями ±10 %, при этом достигнуто хорошее увлажнение почвы и снижение поливной нормы на 10—12%. Производительность труда повысилась в три раза за счет увеличения рабочего расхода воды, которым оперирует поливальщик. При замене временной оросительной сети поливными лотками экономический эффект составляет 54 руб/га в год, а затраты окупаются за 4,5 года их эксплуатации (Л. Т. Шурова, 1967). Экономически выгоднее устраивать лотки с расходом 200 л/с., с водовыпусками диаметром 0,02—0,05 м, на 30 см выше оголовков поливных борозд. Лучшие результаты с применением лотков получены на почвах со средней и пониженной водопроницаемостью, на которых можно проводить полив по длинным (300—400 м) бороздам. Уклоны лотков в этих условиях не должны превышать 0,001—0,003, а расположение их — поперечное к схеме полива.

7. Орошение дождеванием

Наиболее полная механизация работ на поливе достигается с использованием дождевальных машин и установок. Поливы дождеванием осуществляются за счет равномерного распределения заданной поливной нормы в виде искусственного дождя. Преимущество полива дождеванием состоит в том, что вода, подаваемая в виде дождя, кроме пополнения запасов влаги в почве, создает на поле микроклимат, который благоприятно сказывается на росте и развитии растений.

Орошение дождеванием не вызывает резкого подъема уровня грунтовых вод и соответственно не ухудшает мелиоративного состояния земель. Большим преимуществом при поливе дождевальными машинами является сокращение почти наполовину размеров поливных и оросительных норм, а также повышение производительности труда на поливе. Поливы дождеванием особенно перспективны на землях с близкими пресными и слабоминерализованными грунтовыми водами. При поливах дождевальными машинами сокращаются потери воды на глубинную фильтрацию.

Поливы сельскохозяйственных культур дождеванием можно проводить и на почвах, подверженных засолению, но после тщательной осенней промывки земель.

Преимущество полива дождеванием состоит и в том, что не требуется устройства густой оросительной сети, предоставляется возможность вносить в растворенном виде минеральные удобрения, что увеличивает их эффективность и на 15—20% повышает урожайность.

В Узбекистане для орошения сельскохозяйственных культур применяются дождевальные машины и установки КДУ-55, ДДН-70, ДДА-100М, «Волжанка» и «Фрегат».

Короткоструйная дождевальная установка КДУ-55 забирает воду из закрытой постоянной и сборно-разборной оросительной сети, работает позиционно, т. е. передвигается с одной позиции на другую. Установку обслуживают два человека. Машина за сезон может полить до 40 га посевов. Применяют ее чаще на небольших участках. Поливная норма 300 м³/га, производительность —0,28 га за час.

Интенсивность дождя 0,75 мм/мин, что обеспечивает хорошее проникновение воды в почву, ее стекание и эрозия почвы не допускаются.

Дальнеструйная дождевальная навесная машина ДДН-70 работает позиционно, от трактора ДТ-70, забирая воду из открытого канала. Расход воды 50—70 л/с. При сильном ветре (более 4 м/с) работает неудовлетворительно, так как при секторном вращении часть площади, предназначенной для полива, остается неполитой вследствие сдувания воды в одну сторону. Может вносить и минеральные удобрения в подкормки. Применяется на орошении хлопчатника, овощных культур, садов и виноградников.

При поливной норме 300 м³/га производительность машин на поливе достигает 0,3 га/ч.

Интенсивность дождевых капель подбирают с учетом механического состава почвы; на легких, хорошо водопроницаемых почвах интенсивность дождя устанавливают в пределах 0,5—0,8, на средних — 0,2—0,3 и на тяжелых — 0,1—0,2 мм/мин.

Двухконсольный дождевальный агрегат ДДА-100М — наиболее перспективная дождевальная машина, которая применяется для полива многих сельскохозяйственных культур, а также ягодников, садов, лугов и пастбищ. В Узбекистане широко применяется для полива хлопчатника на луговых незасоленных почвах с близким стоянием пресных грунтовых вод (рис 31). Поливной агрегат двухконсольной машины состоит из двух ферм длиной 110 м и работает от трактора ДТ-54. Расход воды, забираемой

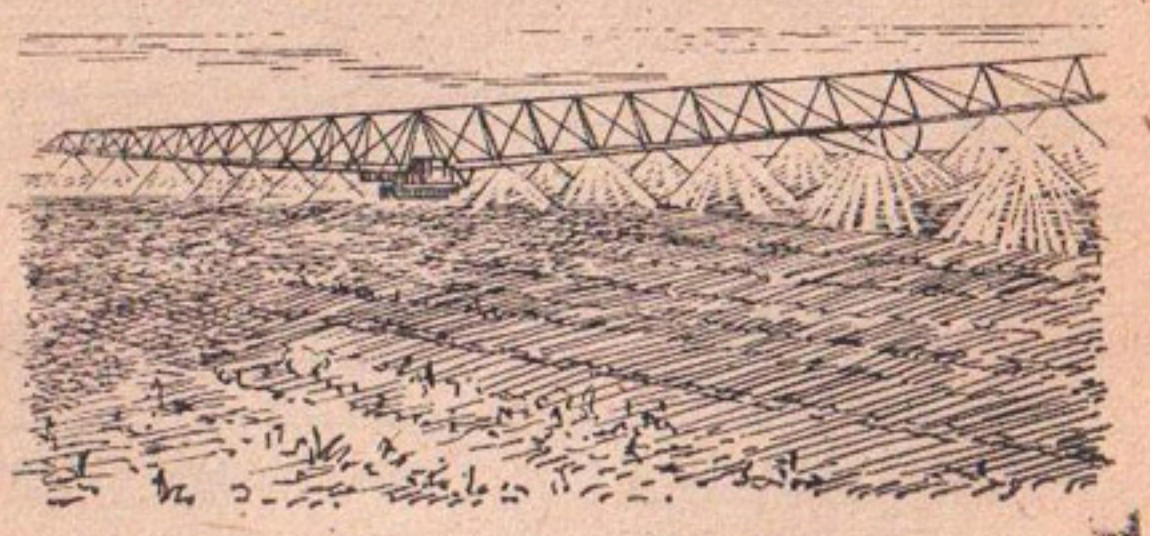


Рис. 31. Дождевальная машина ДДА-100М на орошении хлопчатника.

машиной на полив, до 100 л/с. Передвигается агрегат при поливе поступательными движениями. При одном проходе создается слой дождя на поверхности, равный 7,5 мм или 75 м³/га. Производительность при скорости движения 360 м/ч вперед и 565 м/ч назад при поливной норме 300 м³/га — 0,85 га/ч. Обслуживают машину два человека: один — машинист, а другой следит за тем, чтобы в оросителях поддерживалось заданное количество воды. Сезонная выработка машины 120—150 га.

Для подачи воды на поле, где работает дождевальная машина, необходимо иметь оросители с пропускной способностью не менее 120 л/с.

По данным СоюзНИХИ, при поливе хлопчатника дождевальной машиной ДДА-100М производительность составляет 4—5 га, а при поливе по бороздам один поливальщик за семичасовой рабочий день поливает 0,5—0,7 га.

Поливы дождеванием позволяют подавать строго заданную норму воды, а это особенно важно на почвах с неблагополучным мелиоративным состоянием. Кроме того, можно значительно (на 50—60%) экономить поливную воду и получать дополнительно 2—3 ц/га хлопка-сырца по сравнению с поливом по бороздам (Ф. М. Саттаров, 1967).

В таблице 61 приведены данные, показывающие явные преимущества дождевания по сравнению с поливом по бороздам.

Таблица 61

Основные показатели использования поливной воды при двух способах орошения хлопчатника (по *С. Кигаю*, 1961—1966)

Способ полива	Режим орошения, % ППВ	Оросительная норма, м³/га	Поливная норма, м³/га	Средний урожай, ц/га	Коэффициент водопотребления, м³/ц
По бороздам	70—70	3317	829	26,5	125,2
Дождевание	70—70	1370	342	29,5	58,6

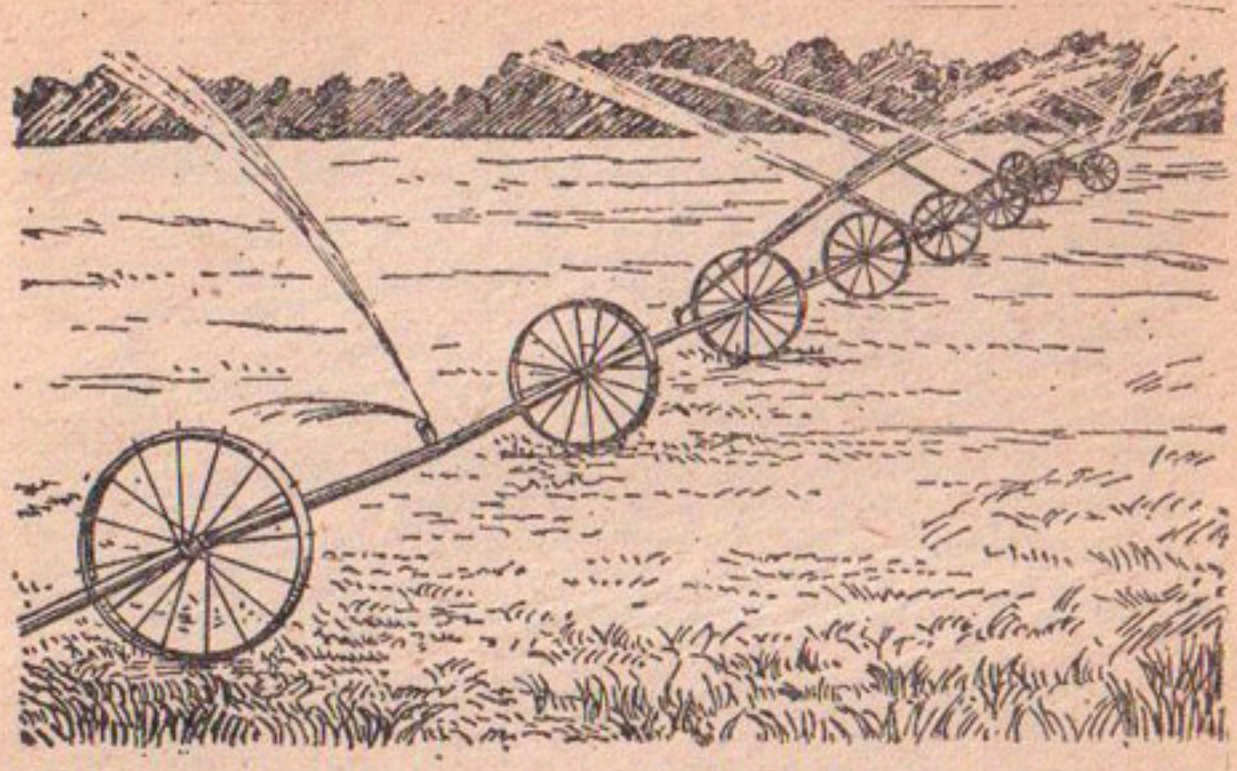


Рис. 32. Дождевальная машина ДКШ-64 «Волжанка» в работе.

Дождевальная машина ДКШ-64 «Волжанка» (рис. 32) предназначена для полива кормовых культур, многолетних трав, лугов и пастбищ, а в последние годы применяется и на орошении хлопчатника. По данным Ф. М. Саттарова (1978), дождевальная машина «Волжанка» при поливе хлопчатника в колхозе «Северный маяк» и в СоюзНИХИ хорошо увлажняла почву до глубины 80 см. Экономия поливной воды достигала 20—23%. Урожай хлопка-сырца при поливе этой дождевальной машиной увеличивался на 6 ц/га, а затраты воды на 1 ц продукции сокращались в полтора раза по сравнению с поливом по бороздам. Одна дождевальная машина за сезон может полить 70—100 га хлопчатника.

Чтобы определить производительность машины «Волжанка», А. Фарманов (1978) проводил специальные расчеты в колхозе «Северный маяк» Ташкентской области и в совхозе «Пахтакор» Джизакской области. В колхозе «Северный маяк» на хлопчатнике было проведено три полива нормами 450—700 м³/га, в совхозе «Пахтакор» четыре-пять поливов нормой 600—900 м³/га. Производительность при норме 900 м³/га 0,25, а при норме 450 м³ — 0,50 га/ч. Расчеты показали, что сезонная нагрузка на дождевальную машину в колхозе «Северный маяк», расположенном на луговых незасоленных почвах с близкими (1,2—1,6 м) грунтовыми

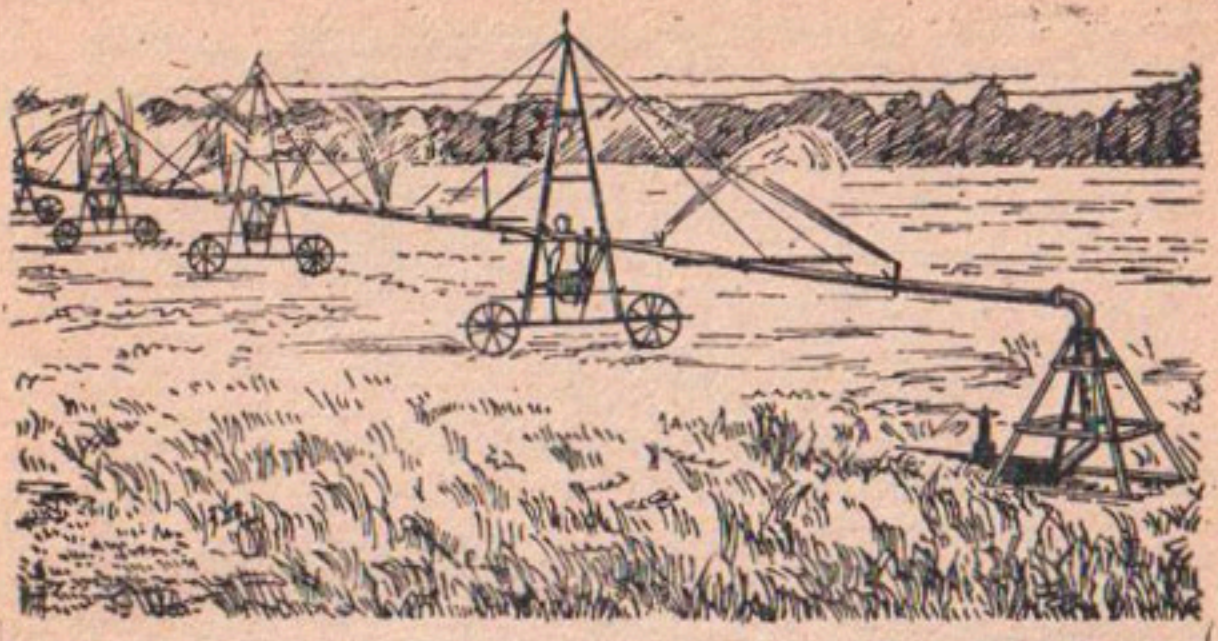


Рис. 33. Дождевальная машина «Фрегат» в работе.

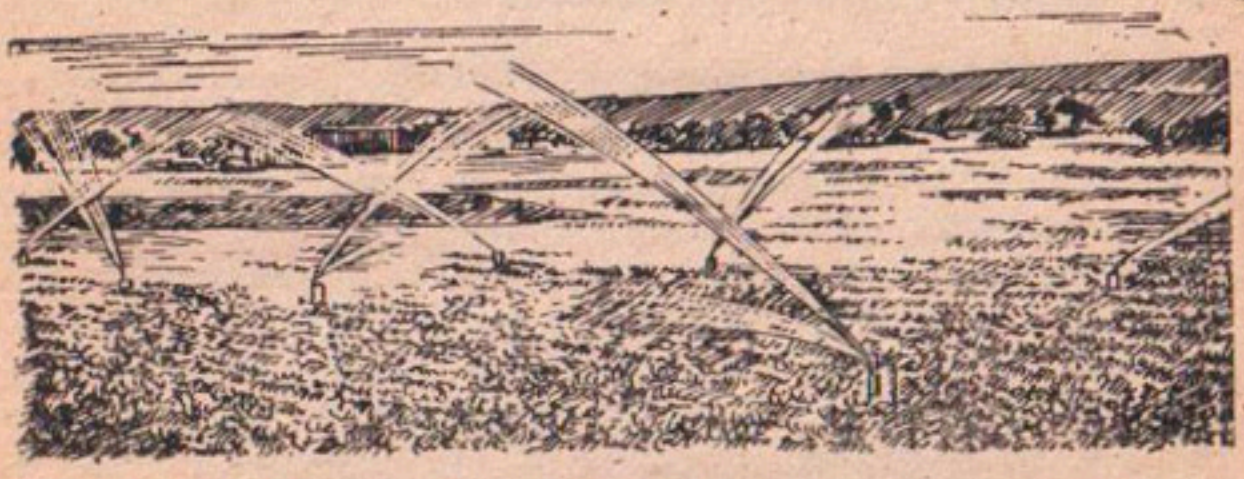
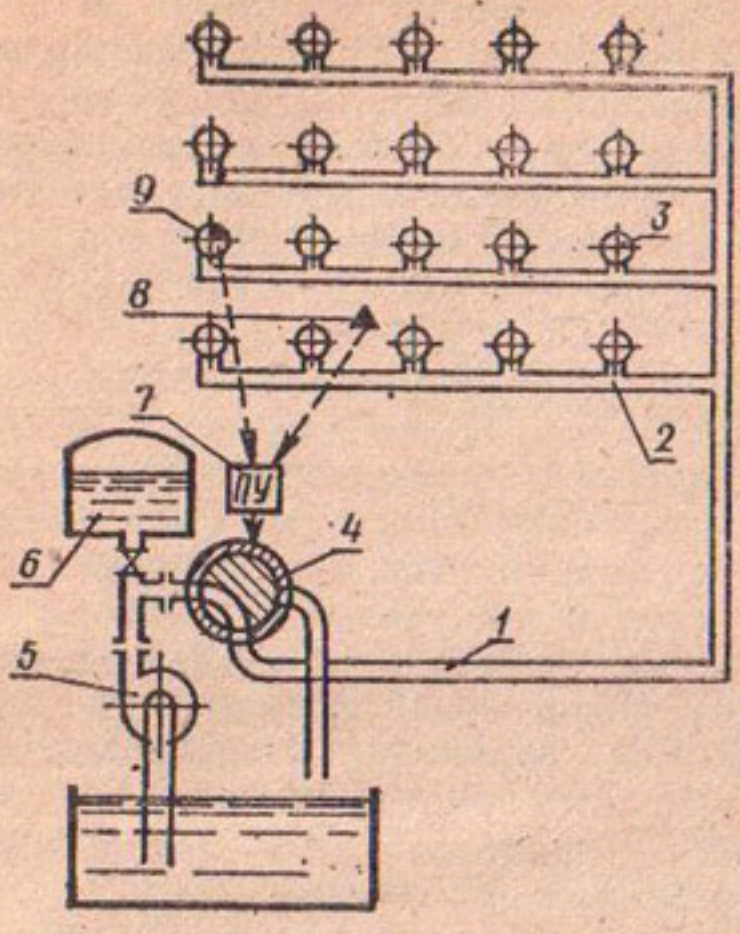


Рис. 34. Синхронный импульсный полив дождеванием.

водами, может быть 75—80 га. На почвах сероземного типа с глубокими (3—4 м) грунтовыми водами при поливной норме 900 м³/га обслуживаемая площадь за сезон снижается до 50—55 га.

Дождевальная машина «Фрегат» (рис. 33) проходит широкие производственные испытания на поливе хлопчатника и кормовых культур в новой зоне Голодной степи. Во время предварительных расчетов выяснилось,что орошаемая площадь за сезон может достигнуть 70—100 га.

Опыты СоюзНИХИ показали, что при поливе хлопчатника дождевальными машинами типа «Волжанка» или «Фрегат» на землях с близкими пресными и опресненными промывками грунтовыми водами обеспечивается повышение урожая хлопка-сырца на 2,8—3,8 ц/га. Производительность труда на поливе возрастает в че-



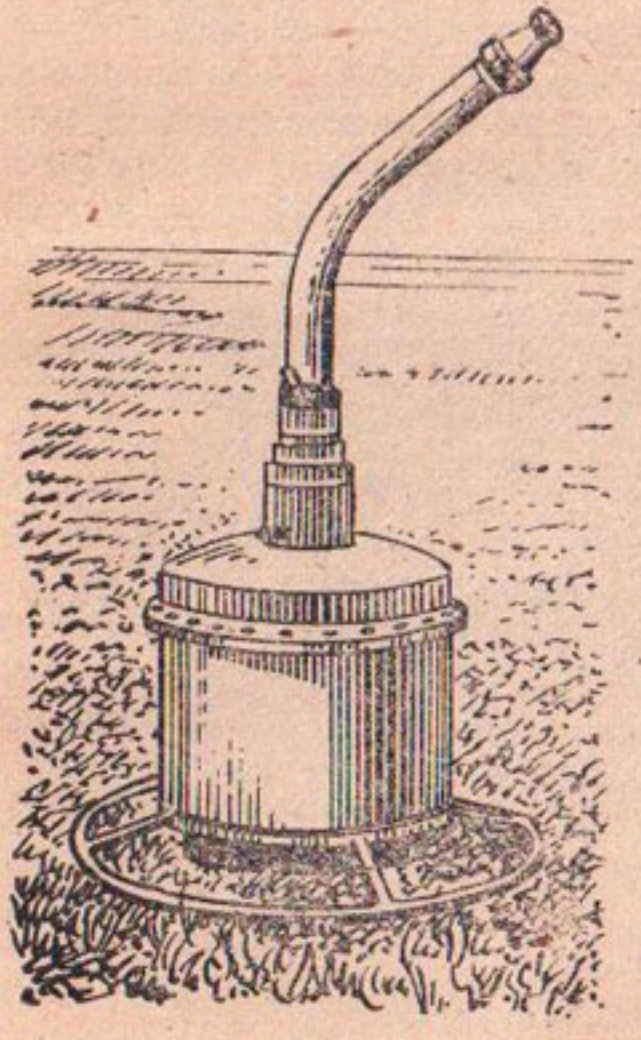


Рис. 35. Импульсный дождевальный аппарат принудительного действия и принципиальная схема установки синхронного импульсного дождевания:

1— распределительный трубопровод; *2*— поливные трубопроводы; *3*— импульсные дождеватели; *4*— генератор командных импульсов; *5*— напорообразующий узел; *6*— водовоздушный резервуар; *7*— пульт управления; *8*— датчик необходимости полива; *9*— датчик управления работой импульсных дождевателей.

тыре раза, затраты воды уменьшаются почти в два раза. Новым способом орошения сельскохозяйственных культур является импульсное дождевание. Максимальное рассредоточение поливной воды позволяет на всем протяжении вегетационного периода подавать ее на орошаемый участок в соответствии с потребностью растений (рис. 34—35).

8. Ирригационная эрозия почв

Недостатком поверхностного орошения по бороздам и полосам является разрушение почвы текущей водой —проявление ирригационной эрозии, наносящей огромный ущерб плодородию и получаемым урожаям.

В республиках Средней Азии значительная часть сельскохозяйственных культур возделывается на осваиваемых горных склонах. Только в Узбекской ССР горных склонов насчитывается около 9,6 млн. га, или 22% всей территории. В пределах этой территории формируется так называемый *склоновый сток*. В Узбекистане, Киргизии и Таджикистане более 1,2 млн. га земель подвержено ирригационной эрозии. Одна из основных причин ее возникновения — несовершенство техники поверхностного полива по бороздам на полях с большими уклонами. Во время поливов верхний плодородный слой почвы смывается вместе с питательными веществами и это приводит к снижению урожайности возделываемых культур. В Самаркандском оазисе большие площади орошаемых земель подвержены ирригационной эрозии, из-за смыва ежегодно теряется до 30 тыс. т плодородной почвы (Х. Хамдамов, 1976).

В орошаемых районах Узбекистана и Таджикистана накоплен большой опыт по предупреждению смыва почв. Поливы проводятся с учетом уклонов, длины поливных борозд и размеров подачи воды в борозды.

Одним из эффективных агротехнических приемов борьбы с эрозией почв могут служить зяблевая вспашка, культивация, посев поперек склона. Образовавшиеся гребни препятствуют стеканию дождевой воды и способствуют накоплению за осенне-зимний период влаги в почве и получению полноценных всходов. Сравнительные испытания этого приема на большой площади показали, что на поле, где вспашку проводили вдоль склона, смыв почвы за год составлял 25—

35 м³/га, а при поперечной вспашке был значительно меньше. Это обусловило получение более высокого (на 2,6—5,6 ц/га) урожая хлопка-сырца.

Вторым существенным агротехническим приемом, предотвращающим эрозию почв, являются щелевание борозд и выбор оптимальных размеров воды в борозды, подаваемой переменным током. На почвах, подверженных эрозии, проводится дифференцированное внесение минеральных удобрений: в верхней части склона вносят повышенную норму, в средней и нижней частях поля — половинную.

При проявлении ирригационной эрозии в вегетацию поливные борозды нарезают только поперек склона и полив ведут струей не более 0,05—0,1 л/с. На эродированных почвах следует широко применять внесение оструктуривающих веществ, не допускающих разрушения почвенных агрегатов и смыв их водой. Оптимальные дозы пасты-полимера К-4, наносимого на поверхность почвы (150—200 кг/га), сокращают размыв борозд и повышают их водопроницаемость (рис. 36).

Подсчитано, что в одном кубометре воды, сбрасываемой с эродированных почв, содержится до 30 кг твердого стока, а в период вегетации с оросительной

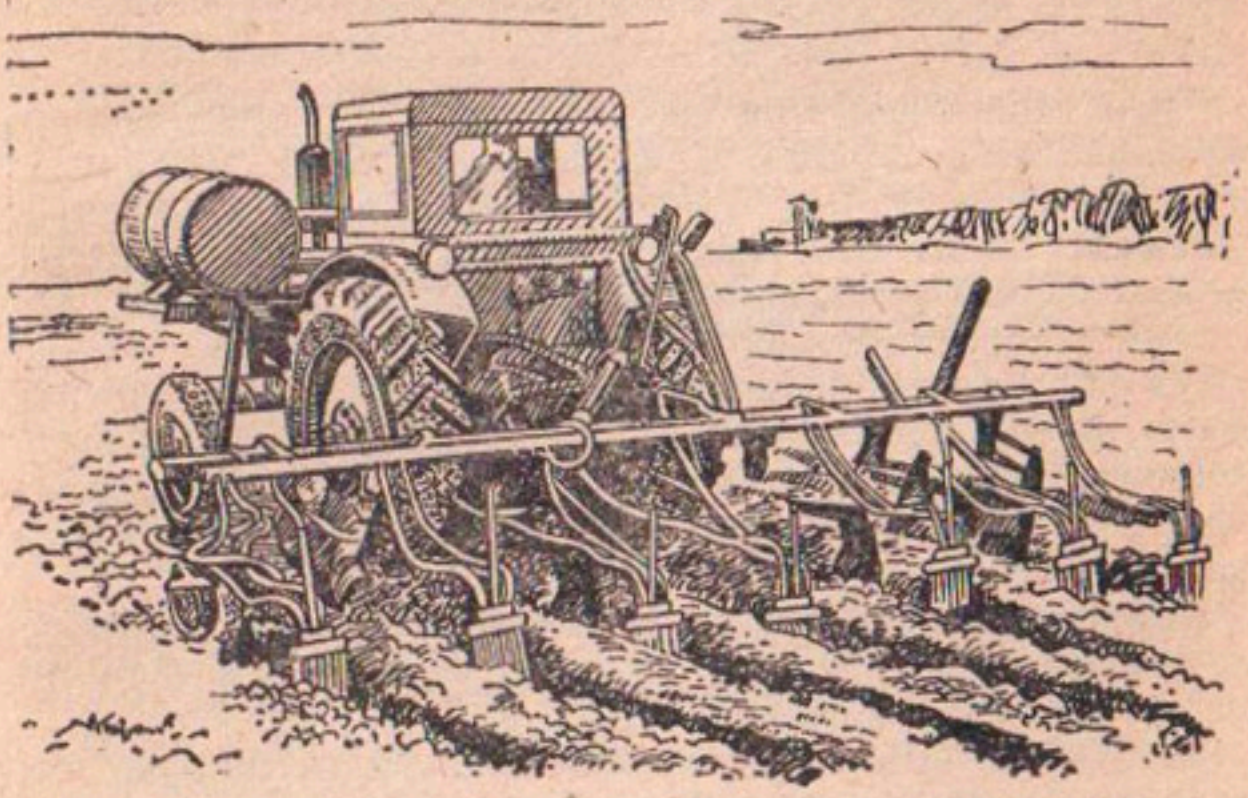


Рис. 36. Механизированная нарезка поливных борозд с одновременной обработкой их раствором полимера К-4.

водой стекает от 80 до 170 т/га почвы. При таком количестве теряемой на смыв почвы ежегодно уносится с водой слой от 6 до 17 мм. За счет смыва и перераспределения почвы по склону в значительной степени теряется плодородие. В Самаркандской области на почвах, не подверженных ирригационной эрозии, гумусовый слой достигает 55—70 см, а на почвах слабо- и сильносмытых гумусовый горизонт уменьшается до 35—50 см, уменьшается и содержание азота, фосфора и калия. Потери плодородия почв зависят от уклона участка (табл. 62).

Таблица 62

Проявление ирригационной эрозии и потери плодородия почв в зависимости от уклона участка (по *Х. Хамдамову*, 1973—1974)

Почва	Горизонт, см	В верху склона			В низу склона		
		гумус	азот	NO_3	гумус	азот	NO_3
Старопашка	0—30	0,91	0,060	6,78	1,41	0,071	13,20
	30—50	0,71	0,025	2,77	0,82	0,050	5,62
Пласт люцерны	0—30	1,60	0,080	7,91	2,15	0,097	25,43
	30—50	1,06	0,043	4,52	1,71	0,064	5,43

Для нивелирования плодородия на ирригационно-эродированных почвах Х. Хамдамов (1979) предлагает вносить повышенные нормы минеральных удобрений, распределяя их следующим образом: на среднесмытых почвах норму уменьшить на 20—25%, а в нижней намытой части на 60—70% по сравнению с сильносмытыми элементами рельефа, на которых нужно вносить азота 300, фосфора 250 и калия 150 кг/га. Дифференцированный подход к минеральным удобрениям позволит получать и на эродированных почвах по 34—37 ц/га хлопка-сырца.

Ирригационная эрозия в сильной степени проявляется и на орошаемых землях Наманганской и Ферганской областей Узбекской ССР и в Таджикистане.

В Таджикистане под орошаемые угодья широко осваиваются земли с уклонами более 0,02, а иногда пропашными культурами занимаются и склоны с крутизной 0,21. Поэтому на таких участках из-за неправильно выбранных элементов техники полива наблюдается

сильная ирригационная эрозия. Для равномерной подачи воды рекомендуется нарезать микроборозды (рис. 37—38), при этом производительность труда поливальщиков повышается в 2,4—3 раза. Урожайность хлопчатника при поливе по микробороздам увеличивается до 45 ц/га против 34 ц/га при поливе по обычным проточным бороздам. Смыв плодородного слоя не превышает 8—10 т/га, или в 10—20 раз меньше, чем при поливе по обычным бороздам, а экономический эффект на 400—500 руб/га выше, чем при поливе, принятом в хозяйствах этой зоны (Н. К. Нурматов, 1979).

9. Внутрипочвенное орошение

В орошаемом земледелии увеличение производства сельскохозяйственной продукции осуществляется на основе внедрения новых способов полива. Одним из них является внутрипочвенное орошение, при котором снижаются затраты ручного труда, повышаются коэффициент использования воды и урожайность.

Внутрипочвенное орошение сельскохозяйственных культур основано на увлажнении почвы восходящими капиллярными токами воды с глубины 45—50 см в верхние более иссушенные горизонты. Вода подводится непосредственно в корнеобитаемый слой. В новой зоне орошаемого земледелия Узбекистана этот способ перспективен на посадках плодовых культур, винограда и на посевах хлопчатника. Новый вид орошения обеспечивает повышение урожайности на 15—20%, снижаются затраты труда, улучшается качество продукции, технология возделывания хлопчатника упрощается, исключаются операции по нарезке поливных борозд, уменьшается количество культиваций. При внутрипочвенном орошении можно применять новую технологию внесения минеральных удобрений—в виде растворов, вносить их в почву с поливной водой. Сокращаются затраты ручного труда на борьбу с сорняками, достигается экономия оросительной воды, улучшаются условия труда поливальщиков. Оптимальные размеры поливных участков для внутрипочвенного орошения 8—10 га.

Система внутрипочвенного орошения состоит из отстойника, насосной станции, трубопроводов и увлажнительных трубок. В отстойнике вода освобождается

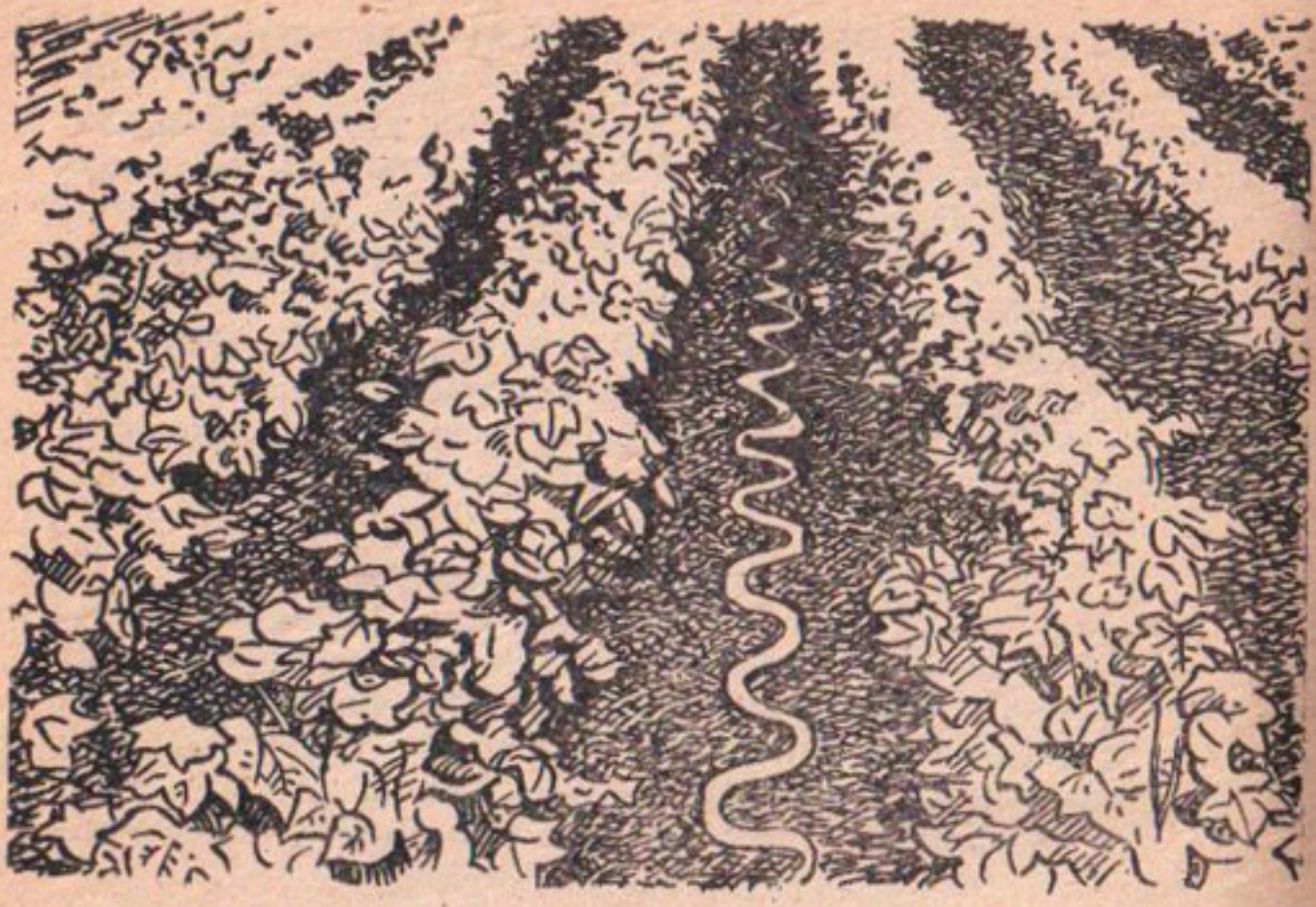


Рис. 37. Полив хлопчатника по микробороздам, где при культивации проходили задние колеса трактора; крутизна склона 0,12.

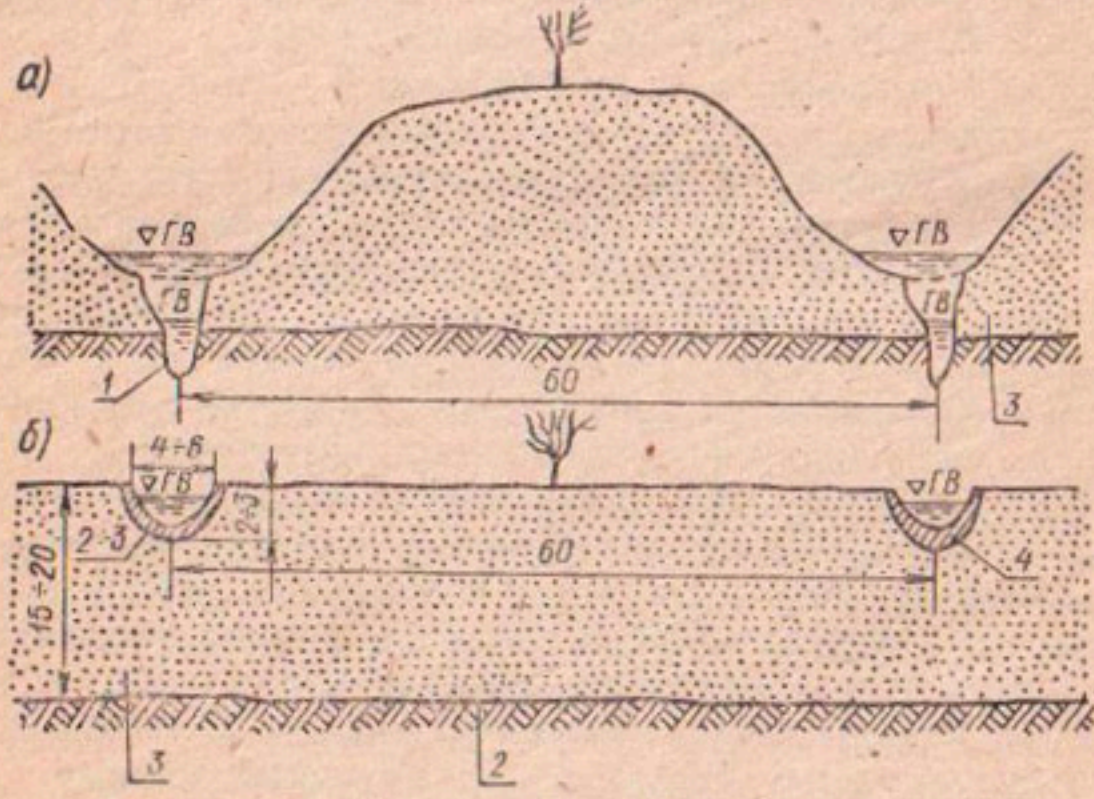


Рис. 38. Размыв поливных борозд:
а — обычных, выполненных окучниками, применяемыми на практике; *б* — микроборозд, проложенных катками-бороздоделателями; *1* — дно борозды после размыва; *2* — подпахотный слой; *3* — пахотный слой; *4* — уплотненный слой.

от илистых частиц и посторонних примесей и затем насосной станцией по закрытому трубопроводу подается в уравнительный бачок, установленный на высоте 2,5—3 м. Из уравнительного бачка вода поступает через магистральный и распределительный закрытый трубопровод самотеком на поливной участок, где распределяется по увлажнительным полиэтиленовым трубкам (диаметром 25—30 мм), уложенным на расстоянии 120 см и глубине 45—50 см. Из увлажнительных трубок через сквозные отверстия вода вытекает в почву и за счет водоподъемной способности по капиллярам увлажняет корнеобитаемую зону.

В 1978 г. в учхозе им. Кирова ТашСХИ в Галабинском районе на луговых почвах отделением ГСКБ по ирригации построен участок внутрипочвенного орошения хлопчатника. Вся система состоит из подземных водораспределительных трубопроводов, заложенных на глубину 45—50 см, и увлажнительных трубок диаметром 25—30 мм, в которых через каждые 20—25 см просверлены сквозные отверстия (перфорации) для выхода воды и увлажнения почвы. Увлажнительные трубки, уложенные на глубину 45—50 см с расстоянием между ними 120 см, подключены к центральному трубопроводу, в который поступает вода из уравнительного бачка. В трубопроводы и увлажнительные трубки подается вода осветленная, чтобы не вызвать их заиления; через 4—5 лет предполагается проводить промывку увлажнительных трубок, иначе система внутрипочвенного орошения может выйти из строя.

На участках внутрипочвенного орошения создаются особые условия микроклимата, которые способствуют усиленному росту, развитию и повышению продуктивности растений.

К недостаткам внутрипочвенного орошения следует отнести заиление трубок (если нет отстойника), которое затрудняет пропуск воды на всю длину. Если в трубках появится много ила, они могут выйти из строя. На промывку их нужны дополнительные затраты средств.

Внутрипочвенное орошение хлопчатника применяется пока на небольшой площади в Голодной степи. В последние годы (1969—1976) получены обнадеживающие результаты.

При внутрипочвенном орошении поддерживается

оптимальный водный, воздушно-тепловой режим почвы, усиливается микробиологическая деятельность, улучшаются условия жизни растений, повышается урожайность. Если на контроле, где поливы проводились по бороздам, урожай хлопка-сырца составил 37,6 ц/га, то на полях с внутрипочвенным орошением — 41,8—42,4 ц/га.

Г. Ю. Шейнкин на основании проработок в 1970—1974 гг. рекомендует следующие элементы техники внутрипочвенного орошения: расстояние между увлажнительными трубками — 120 см, глубина закладки — 45—50 см, удельный расход воды — 0,2—0,3 л/с на 100 м увлажнителей. Оросительная норма в 6—7 тыс. м³/га подается за 5—8 поливов по 1200—600 м³/га. При таких режимах поливы ведут до появления первых признаков увлажнения почвы на поверхности. Урожай хлопка-сырца при внутрипочвенном орошении получен в 1969 г. — 42, в 1970 г. — 53,5, в 1971 г. — 51,5 ц/га, а при поливе по бороздам — только 34, 37 и 39 ц/га.

Внедрение внутрипочвенного орошения в хлопководстве методом бестраншейной укладки увлажнительной сети специальными укладчиками (рис. 39—40) позволит сократить затраты труда на поливы и планировку поливных участков. Одним из важных факторов повышения производительности труда является создание при внутрипочвенном орошении хороших условий работы поливальщиков.

Капитальные затраты на устройство внутрипочвен-

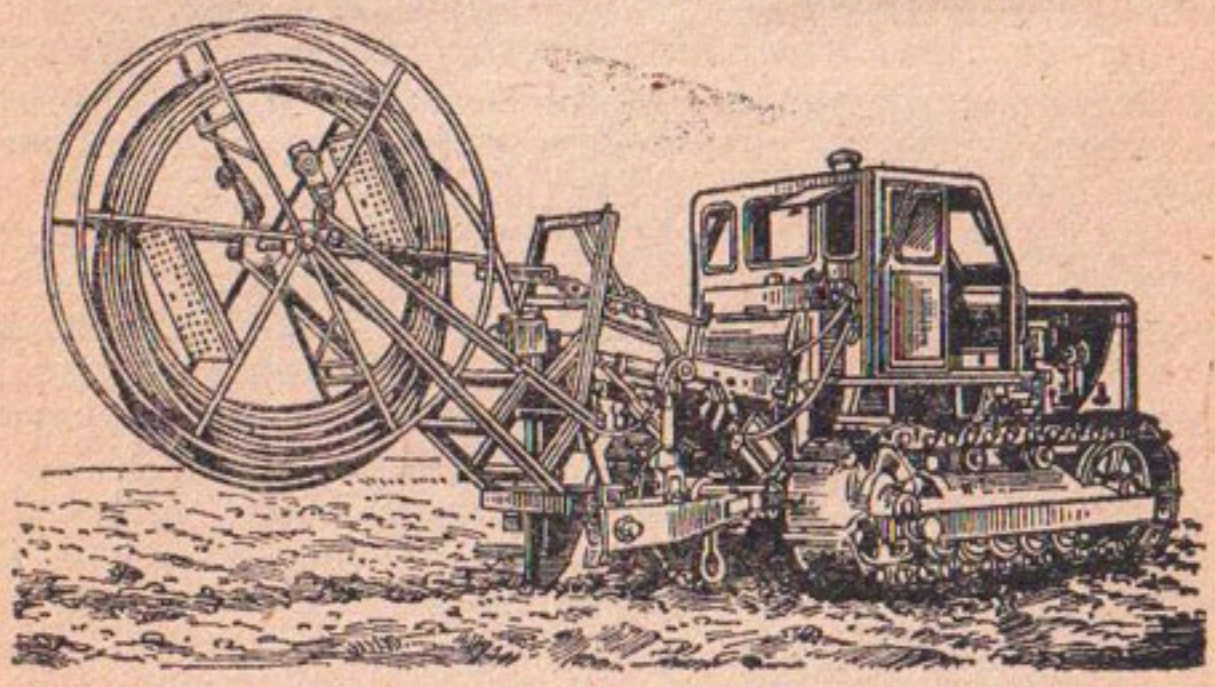


Рис. 39. Навесной бестраншейный укладчик полиэтиленовых труб.

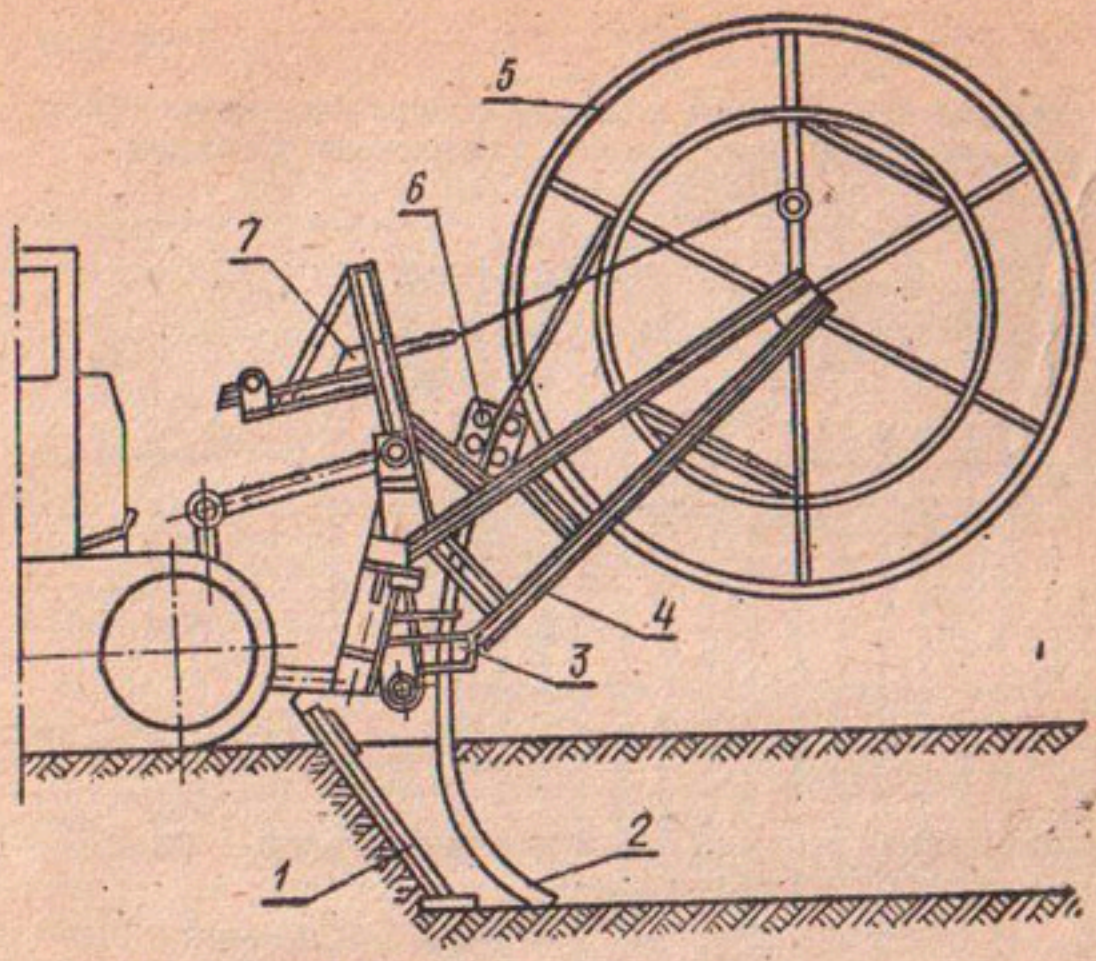


Рис. 40. Устройство бестраншейного укладчика полиэтиленовых труб:
1— нож с дреиером; *2*— направляющая труба; *3*— рама; *4*— ферма; *5*— катушка; *6*— перфоратор; *7*— тросово-гидравлический механизм.

ного орошения, пока ещё высокие, окупаются в течение 4—6 лет. Однако следует иметь в виду, что внутрипочвенное орошение может вызвать ухудшение мелиоративного состояния земель, если оно будет применяться на засоленных землях с близким стоянием минерализованных грунтовых вод и при неправильном выборе расстояния между увлажнителями. Опыты по внутрипочвенному орошению хлопчатника, проведенные на засоленных землях Чарджоуского оазиса, показали, что оптимальным расстоянием между увлажнителями можно считать 120—140 см (табл. 63).

Внутрипочвенное орошение позволяет ослабить процесс накопления солей в корнеобитаемом слое. Лучшее увлажнение почвы происходит при расстоянии между увлажнителями в 120 см. По сравнению с контролем существенные различия получены по росту, развитию растений, накоплению урожая. При поливе по бороздам с каждого гектара получали в отдельные годы по 18,2; 25 и 28 ц/га хлопка-сырца, а при внутрипочвенном орошении — соответственно 28,2; 32,2 и 34 ц/га.

Таблица 63

Урожай хлопка-сырца в зависимости от расстояния между увлажнителями при внутрипочвенном орошении
(по *В. Т. Льву* и *Х. Нирзиеву*, 1972)

Расстояние между увлажнителями, см	Урожай хлопка и раскрытие коробочек при первом сборе	
	на 16/IX 1971 г.	на 28/IX 1972 г.
89	13,1/25,0	18,7/40,5
120	25,3/54,0	25,6/51,0
130	24,8/45,0	21,8/56,0
140	23,6/61,6	27,2/59,0

В числителе — урожай хлопка (ц/га), в знаменателе — процент раскрытых коробочек.

Коэффициент водопотребления снижался до 137 м³/ц против 275 м³/ц при поливе по бороздам. Прибавка урожая хлопка-сырца до 13 ц/га, экономия поливной воды еще раз подтверждают высокую эффективность внутрипочвенного орошения хлопчатника.

В новой зоне орошения Голодной степи внутрипочвенное орошение построено специалистами ГСКБ по ирригации на площади 140 га. На каждом гектаре экономится по 2000—2500 м³ воды. Урожай хлопка-сырца увеличился на 10—15 ц/га, коэффициент земельного использования возрос на 5—7%, сократились затраты на поливы, появилась возможность автоматизировать подачу воды на посевы хлопчатника.

10. Капельное орошение

Капельное орошение сельскохозяйственных культур появилось сравнительно недавно. Наибольшее распространение оно находит в садах и на виноградниках, а также в овощеводстве защищенного грунта.

По сведениям Т. Беляковой, в 1978 г. капельное орошение в странах мира применялось на площади 25—35 тыс. га. К 1980 г. площади под капельным орошением возрастут до 400 тыс. га. Если учесть, что в США стоимость 1 тыс. м³ воды составляет 65—100 долларов, то снизить затраты на воду и повысить ее окупаемость урожаем можно только за счет внедрения

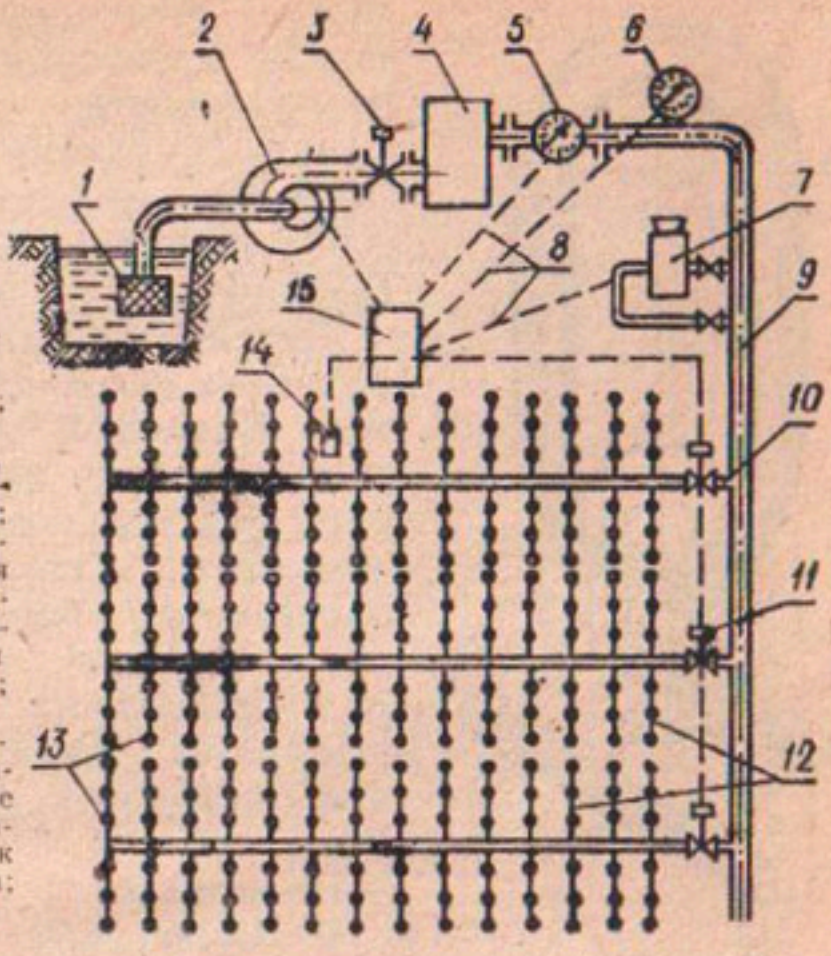


Рис. 41. Схема системы капельного орошения:
1— водозаборный узел; *2*— напорообразующий узел; *3*— головная задвижка; *4*— фильтр; *5* — водомерное устройство; *6*— манометр; *7*— устройство для приготовления и подачи в трубопроводную сеть удобрений; *8*— каналы связи; *9*— магистральный трубопровод; *10*— распределительный трубопровод; *11*—дистанционно управляемая задвижка; *12*— поливные трубопроводы; *13*— капельницы; *14*— датчик необходимости полива; *15*— пульт управления.

капельного орошения. Капельное орошение исключает стекание воды и не вызывает эрозии почв, а оросительные нормы сокращаются в 2—2,5 раза. При капельном орошении повышается коэффициент использования воды, так как отсутствуют потери на сброс и просачивание воды в почвогрунты.

Для капельного орошения по поверхности поля или на глубине 40—45 см прокладывают полиэтиленовые трубы и около каждого плодового дерева, виноградного куста устраивают специальные микроводовыпуски (капельницы), из которых вытекает вода, увлажняя почву только вокруг корневой системы. Принципиальная схема системы капельного орошения показана на рис. 41. По режиму работы различают капельницы непрерывного и импульсного действия (рис. 42). Хорошие условия водно-воздушного и питательного режимов почвы способствуют повышению урожайности. Урожаи томатов при капельном орошении возрастали до 650 ц/га против 400 ц/га при орошении дождеванием. Капиталсвложения в строительство капельного орошения не превышают затрат на поливы дождеванием. Одним из преимуществ капельного орошения является и то, что для этого способа полива с успехом

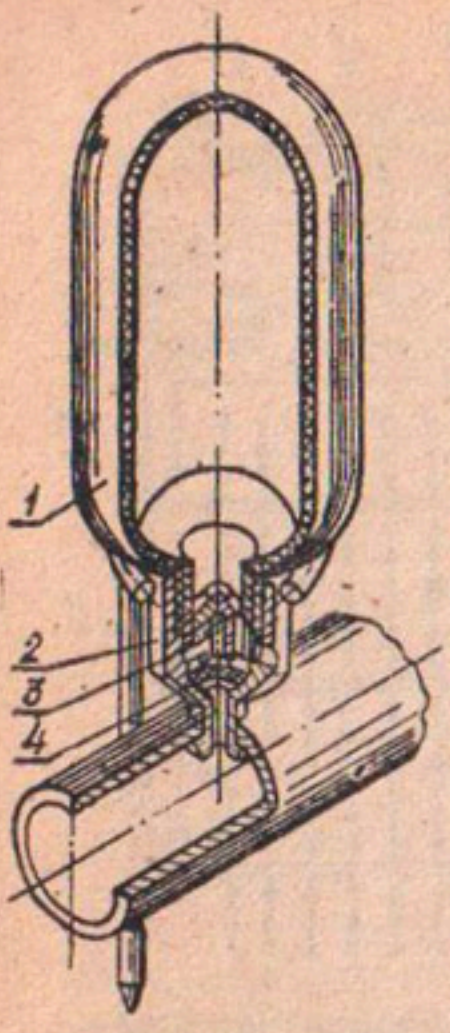


Рис. 42. Капельница-водовыпуск импульсного действия:
1 — водовоздушный резервуар; *2* — корпус; *3* — уплотнительный конус; *4* — клапан.

можно использовать минерализованные грунтовые воды. Затраты на устройство капельного орошения окупаются на 2 — 3-й год. Особенно эффективен этот способ полива на виноградниках (табл. 64).

Капельное орошение на виноградниках в совхозе-заводе «Новый свет» Крымской области позволяет экономить воду и удобрения и орошать многолетние культуры на участках с большими уклонами. Облегчается борьба с сорняками, снижаются затраты на борьбу с болезнями и вредителями, появляется возможность полностью управлять режимом орошения.

По данным Г. Н. Аврамова и С. В. Ярошенко (1979), система капельного орошения в совхозе «Виноградный» Крымской области на посадках яблоневого сада имела значительные преимущества перед дождеванием и поверхностным поливом. Основные из них: экономия оросительной воды, снижение затрат ручного труда на эксплуатацию, повышение урожайности. Система капельного орошения рассчитана на подачу воды от 1600 до 2600

Таблица 64

Сравнительные данные технико-экономических показателей различных способов полива виноградников (по *А. Н. Ляпину*, 1973)

Показатели	При капельном орошении	При поливе по бороздам	Без полива
Урожай, ц/га	167	80	45
Оросительная норма, м³/га	400	1200	—
Сахаристость сока ягод, %	24.2	22,0	20,6
Чистый доход, руб/га	5063	1900	379

$м^3$/га, или около 140 л воды на каждое дерево в сутки.

В зависимости от погодных условий интервалы в подаче воды могут быть 3—5 дней в мае и 2—4 дня в июне—августе. Объем воды, подаваемой к одному дереву, при установленной схеме расположения капельниц составляет 3,5 л/ч. Поливные трубопроводы закрепляются на шпалерной проволоке на высоте 25—30 см.

ЛИТЕРАТУРА

Ахмедов Х. А. Основные вопросы орошения и улучшения водопользования. Ташкент, «Узбекистан», 1972.

Балашев Н. Н. Выращивание картофеля и овощей в условиях орошения. М., 1968.

Балябо Н. К. Повышение плодородия почв хлопковой орошаемой зоны СССР. М., Сельхозгиз, 1954.

Беседин П. Н. Качественный состав водопрочных агрегатов почв Средней Азии. Тр. СоюзНИХИ, 1975.

Горбунов Б. В. Почвы Узбекистана. Ташкент, «Фан», 1975.

Еременко В. Е. Режим орошения и техники полива хлопчатника. Ташкент, 1957.

Кимберг Н. В. Почвы пустынной зоны Узбекистана. Ташкент, 1968.

Козин М. А. Основы орошаемого земледелия и техника полива. М., 1964.

Костяков А. Н. Основы мелиорации, изд. 6. М., Сельхозгиз, 1960.

Легостаев В. М. Мелиоративное районирование. М., 1957.

Лысогоров С. Д. Орошаемое земледелие. М., 1970.

Львович М. И. Водные ресурсы будущего. М., «Просвещение», 1969.

Мамедов А. М. Развитие ирригации в Узбекистане. Ташкент, 1967.

Мелиорация земель в СССР. Под ред. Б. Г. Штепы. М., «Колос». 1975.

Панков М. А. Мелиоративное почвоведение. Ташкент, «Укитувчи», 1974.

Раскин Г. М. Хлопководство, 1979, № 9.

Рыжов С. Н. Орошение в Ферганской долине. Ташкент, 1948.

Рыжов С. Н., Сукач И. С. Орошаемое земледелие, М., 1970.

Справочник гидротехника-мелиоратора. Ташкент, 1964.

Справочник по механизации орошения. Под ред. Б. Г. Штепы, М., «Колос», 1979.

Сучков С. П. Почвы хлопковых районов Узбекистана. Ташкент, 1960.

Шейнкин Г. Ю. Техника и организация орошения в Таджикистане. Душанбе, 1970.

Шульга Н. Н., Дукмасов А. И. Пособие поливальщику. М., 1976.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение 3

ГЛАВА I. Значение орошения в интенсификации сельскохозяйственного производства 4

1. Краткие сведения об орошаемых районах. . . .
2. Развитие орошаемого земледелия в Средней Азии.

ГЛАВА II. Климат и почвы орошаемых районов Средней Азии. 17

1. Климат. 13
2. Почвы орошаемых районов. 21
3. Условия почвообразования и автоморфные почвы пустынной зоны 25
4. Гидроморфные почвы сероземного пояса и пустынной зоны. 28

ГЛАВА III. Водные ресурсы и источники орошения. 29

1. Обеспеченность орошаемых районов водой. . . . 29
2. Способы подачи воды на орошение. 39
3. Источники орошения в Средней Азии. 34
4. Подземные и дренажные воды. 38
5. Сточные воды. 41
6. Качество поливной воды и его влияние на почву, растения и урожай. 44

ГЛАВА IV. Оросительная и коллекторно-дренажная сеть. 47

1. Составные части постоянной оросительной сети и сооружения на каналах. 47
2. Пропускная способность, КПД каналов и борьба с потерями воды в них. 49
3. Временная оросительная сеть неинженерная, полуинженерная и инженерная. 57
4. Коллекторно-дренажная сеть. 66
5. Учеты поливной воды. 68

ГЛАВА V. Влияние орошения на почву 74

1. Водный режим почвы. 74
2. Микроклимат орошаемого поля. 82
3. Влага и питательный режим почвы 85
4. Мелиоративное состояние и водный баланс земель. 89
5. Потери воды на испарение и просачивание в почвогрунты 95

ГЛАВА VI. Водный режим растений и урожай 97

1. Поступление и расходование воды растениями. . 97
2. Динамика и критические периоды потребления воды растениями. 102
3. Влияние орошения на качество урожая. 110

ГЛАВА VII. Планировка поливных участков 112

1. Виды и назначение планировочных работ. 112
2. Машины для планировочных работ. 118
3. Величина и форма поливных участков. 120

ГЛАВА VIII. Орошение в невегетационный период . . . 121

1. Потребность в орошении в невегетационный период. 121
2. Поливы предпахотные, промывные, запасные, предпосевные и подпитывающие. 123

ГЛАВА IX. Режим орошения сельскохозяйственных культур 135

1. Факторы, определяющие размеры поливных и оросительных норм. 135
2. Определение и расчеты оросительных норм. . . 140
3. Определение и расчеты поливных норм. 143
4. Способы установления сроков полива. 146

ГЛАВА X. Внутрихозяйственный план водопользования и уход за растениями 156

1. Плановое водопользование в хозяйствах. . . . 156
2. Уход за посевами. 160
3. Междурядные обработки. 162
4. Нарезка поливных борозд. 168
5. Борьба с сорняками. 169

ГЛАВА XI. Особенности применения минеральных удобрений при орошении. 173

1. Эффективность удобрений при орошении. . . . 173
2. Сокращение потерь удобрений при поливах. . . . 177

ГЛАВА XII. Орошение сельскохозяйственных культур на засоленных землях. 180

1. Характеристика почв по степени засоления. . . 180
2. Промывной режим орошения на засоленных землях. 184

ГЛАВА XIII. Оросительный гидромодуль и гидромодульное районирование. 186

1. Принципы гидромодульного районирования. . . 186
2. Графики гидромодуля укомплектованные и неукомплектованные. 192

ГЛАВА XIV. Обоснование режимов орошения в северной климатической зоне 194

1. Орошение хлопчатника. 195
2. Орошение люцерны. 198
3. Орошение кенафа. 204
4. Орошение кукурузы. 210
5. Орошение сорго. 215
6. Орошение риса. 216

ГЛАВА XV. Обоснование режимов орошения в центральной климатической зоне 225

1. Орошение хлопчатника. 226
2. Орошение люцерны. 227
3. Орошение кукурузы. 227

ГЛАВА XVI. Обоснование режимов орошения в южной климатической зоне 228

1. Орошение хлопчатника. 229
2. Орошение люцерны. 231
3. Орошение кукурузы. 232

ГЛАВА XVII. Способы и техника полива сельскохозяйственных культур 233

1. Виды орошения. 235
2. Способы орошения. 235
3. Элементы техники полива. 239
4. Способы армирования поливных борозд. 245
5. Полив по бороздам из закрытых оросительных систем. 248
6. Полив из лотковой оросительной сети. 254
7. Орошение дождеванием. 258
8. Ирригационная эрозия почв. 264
9. Внутрипочвенное орошение. 267
10. Капельное орошение. 272

Литература. 276

Василий Тарасович ЛЕВ

ОРОШАЕМОЕ ЗЕМЛЕДЕЛИЕ

Учебное пособие
для сельскохозяйственных вузов

Ташкент «Уқитувчи» 1981

Редактор *Ф. Д. Трофимов*
Художественный редактор *В. П. Слабунов*
Технический редактор *Н. Комиссарова*
Корректор *О. Чепурнова*

ИБ № 1711

Сдано в набор 19. 01. 81. Подписано в печать 16. 11. 81. Формат 84×108¹/₃₂. Бумага тип. № 3. Кегль 10 б/шп. Усл. п. л. 14,70. Изд. л. 14,26. Тираж 4.000. Заказ № 120. Цена 65 коп.

Издательство «Уқитувчи», Ташкент, ул. Навои, 30. Договор 319—80.

Типография № 2 Ташкентского полиграфического производственного объединения «Матбуот» Государственного комитета УзССР по делам издательств, полиграфии и книжной торговли. Янгиюль, ул. Самаркандская, 44. 1981 г.