




**справочник
ГИДРО-
ТЕХНИКА**

И. А. ЧУПРИН, В. П. БОБКОВ,
Н. Ф. ЛОБОВ, В. И. МИНКИН,
Д. А. ШТОКАЛОВ



**справочник
ГИДРО-
ТЕХНИКА**

*Под редакцией действительного члена ВАСХНИЛ
доктора технических наук
профессора Б. А. Шумакова*



**ИЗДАТЕЛЬСТВО «КОЛОС»
МОСКВА - 1967**

От издательства

Справочник составлен на основании опыта освоения орошаемых земель на юге европейской части РСФСР. Он содержит материалы по устройству оросительных систем, режиму орошения сельскохозяйственных культур, способам и технике полива, механизации работ в орошаемом земледелии, эксплуатации и ремонту оросительных каналов и сооружений, гидрометрии и плановому водопользованию.

Справочник рассчитан на специалистов колхозов и совхозов, имеющих орошаемые земли в хлопковой зоне, гидротехников, агрономов, заведующих водопользованием, поливальщиков и др.

Главы I и IX написаны канд. техн. наук И. А. Чуприным, глава II — канд. с.-х. наук В. П. Бобковым, глава III — канд. с.-х. наук Н. Ф. Лобовым, главы IV и VII — канд. техн. наук Д. А. Штоколовым, глава V — канд. техн. наук В. И. Минкиным, глава VI — Н. Ф. Лобовым и И. А. Чуприным, глава VIII — И. А. Чуприным, В. И. Минкиным и В. П. Бобковым.

Отзывы о книге и замечания просим направлять по адресу: Москва, К-31, ул. Дзержинского, 1/19, издательство «Колос».

Глава I

Устройство оросительных систем

Классификация оросительных и обводнительных систем

Оросительные и обводнительные системы часто выполняют одни и те же функции. Поэтому их иногда называют оросительно-обводнительными, а иногда — обводнительно-оросительными системами.

Оросительно-обводнительной система называется в том случае, когда транспортируемая по каналам вода предназначена главным образом для орошения и частично для сельскохозяйственного водоснабжения и обводнения.

Обводнительно-оросительной система называется тогда, когда транспортируемая по каналам вода предназначена главным образом для сельскохозяйственного водоснабжения и обводнения и частично для орошения.

Основные задачи оросительных систем:

забор необходимого количества воды из источника орошения и подача ее к орошаемому участку;

распределение воды между водопользователями;

подача воды на поля и в хозяйства в соответствии с требованиями сельскохозяйственных культур и почвенно-мелиоративными условиями.

Основные задачи обводнительных систем;

забор необходимого количества воды из источника обводнения и подача ее на обводняемый участок;

распределение воды между хозяйственными центрами, населенными пунктами, животноводческими базами и районами выборочного орошения;

обеспечение высококачественной водой потребителей.

Оросительные системы по своей конструкции разделяются на три основных типа: открытые, состоящие из открытых каналов, устроенных в естественном грунте, закрытые, состоящие из напорных или безнапорных трубопроводов, большей частью заложенных в земле, и комбинированные, в которых основные крупные каналы (магистральные и межхозяйственные) делают открытыми, а мелкие заменяют водоводами напорного типа.

Открытые системы менее совершенны, но в настоящее время распространены наиболее широко.

Составные части оросительных систем

Открытые оросительные системы. В открытую оросительную систему входят:

источник орошения и головное водозаборное сооружение;

магистральный канал, арматура на нем и вспомогательные устройства;

распределительные проводящие каналы:

а) межхозяйственные, распределяющие воду, подаваемую магистральным каналом, между всеми хозяйствами систем;

б) хозяйственные, подающие воду каждому хозяйству;

временная оросительная регулирующая сеть внутри поливных участков;

дренажная и сбросная сеть каналов с сооружениями;

искусственные сооружения, предназначенные для регулирования подачи воды в системе;

средства связи;

служебные, производственные, жилые и подсобные помещения для обслуживающего персонала;

дороги служебного назначения с сооружениями;

насосные станции и другие водоподъемные установки;

древесные насаждения в полосах отчуждения.

Открытые системы имеют ряд отрицательных сторон: низкий коэффициент полезного действия из-за высоких технических и эксплуатационных потерь воды; трудность автоматизации и механизации процессов полива; сложный уход за каналами и сооружениями на них. Кроме этого, открытые каналы и коллекторно-сбросная сеть являются рассадником сорной растительности.

Источниками для орошения и обводнения могут быть: реки, подземные воды, воды поверхностного местного стока, собираемые в специальных водохранилищах или озерах, пригодные по качеству.

Каналы в открытых оросительных системах выполняют в естественном грунте. Конструкция их зависит от условий назначения, командования, формы сечения и расположения, характера грунта.

Закрытые оросительные системы. Закрытые оросительные системы подразделяются на два типа:

1) с самотечной напорной, закрытой или комбинированной сетью; 2) с механической подачей воды в закрытую сеть.

В состав закрытой оросительной системы входят: источник орошения; головное водоза-

борное сооружение или водозаборный узел (при машинном водоподъеме), напорные или безнапорные трубопроводы, закладываемые большей частью ниже глубины промерзания грунта, то есть на глубине 70—120 см от поверхности; сбросная сеть каналов на случай опорожнения трубопроводов при аварии закрытой сети или в конце оросительного сезона.

Трубы для закрытой сети принимают преимущественно асбестоцементные и железобетонные, можно применять бетонные, пластмассовые и др. Металлические трубы допускаются при внутреннем давлении свыше 10 ат.

Закрытые системы имеют высокий к. п. д., который может достигать 0,9—0,93, и высокий коэффициент земельного использования. При закрытой системе дренажная сеть, как правило, не требуется, мелиоративное состояние при правильном режиме орошения не ухудшается, значительно уменьшается количество сорной растительности, нет препятствия для механизированной обработки полей.

Забор воды из источников орошения осуществляется самотеком, если источник орошения командует над орошаемой территорией.

Закрытые и комбинированные системы строят в большинстве случаев на местном стоке.

Комбинированные оросительные системы.

Комбинированная оросительная система представляет собой сочетание крупных открытых магистральных или межхозяйственных каналов и закрытых трубопроводов, подводящих воду непосредственно к регулирующей сети. Поэтому характеристики, которые были даны открытой и закрытой оросительным системам, вполне соответствуют этой системе.

Типы водозаборов оросительных систем

Забор воды из водоисточников в канал или водоводы осуществляется самотеком или с механическим подъемом в зависимости от высотного положения магистрального канала или водовода и уровня воды в реке. Самотечные водозаборы бывают двух типов: бесплотинный, когда вода из реки отводится без устройства плотины, и плотинный, когда вода забирается из подпертого бьефа.

Бесплотинный водозабор. Существуют два типа бесплотинного водозабора: береговой и шпорный. В первом случае водозаборное устройство располагают на берегу (рис..1,а), во втором — в русло выдвигают шпору, которая способствует отводу нужного количества воды (рис. 1, з).

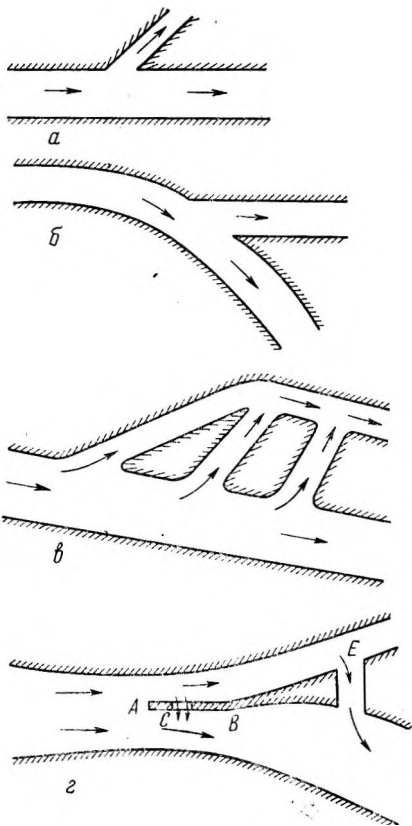


Рис. 1. Схемы бесплотинных поверхностных водозаборов.

В открытом береговом водозаборе на реках, влекущих донные наносы, место для отвода канала желательно выбирать на вогнутом берегу (рис. 1, б). Располагать водозабор на прямом участке (рис. 1, а) можно только на реках с минимальным количеством донных наносов. В этом случае создается искусственная циркуляция в потоке у входа в канал.

Коэффициент водозабора таких сооружений очень низкий и не превышает 0,07—0,1. Коэффициентом водозабора называется отношение расхода, забираемого из реки, к расходу воды в ней.

Иногда применяют водозаборы с отбором воды в нескольких створах реки, соединяющихся в последующем в один канал. Такой водозабор называется многоголовым, его устраивают на реках, несущих большое количество наносов (рис. 1, в).

В состав водозабора входят следующие элементы:

входной порог, защищающий водозабор от завала донными наносами. При устойчивом русле и относительно малом количестве донных наносов высота порога 0,5—0,8 м, а при галечниковых наносах 1—1,6 м;

бычки и сопрягающие устои, образующие входные отверстия в канал, перекрываемые затворами;

забральная стенка над входным порогом или плавучая запань для защиты канала от попадания в него плавающих тел;

отстойники для осаждения взвешенных наносов, которые не были задержаны входным порогом.

В состав шпорного водозабора входят (рис. 1, 2): захватная дамба, или шпора *AB*, выдвигаемая в русло для обеспечения забора необходимого расхода воды; водослив *C* без затвора на гребне и водослив *E* с затвором на некотором расстоянии от берега. Дамба представляет собой каменно-хворостяное, каменно-набросное, сипайное или габионное сооружение, возводимое без ограждающей перемычки. Сбросной водослив *E* делается фундаментальным.

Шпорный водозабор устраивают на реках с неустойчивым руслом, чаще на предгорных и горных участках рек. Длину шпоры *AB* определяют из условий обеспечения коэффициента водозабора, равного для этого типа сооружений 0,2—0,3.

Шпорный водозабор требует постоянного ухода и ремонта.

Плотинный водозабор. Тип плотинного водозабора следует выбирать на основе технико-экономического сравнения нескольких вариантов.

Составные части плотинного
водозаборного узла и их назначение

Характер реки на участке водозабора	Условия отвода воды из реки	Способ борьбы с донными наносами	Расположение в составе гидроузла
Горный	Водозабор с боковым отводом	Предварительный от- стой воды перед водоприемником	Береговые с промывным устройством на берегу или в плотине
Предгорный	Водозабор с лобовым (фронтальным от- водом)	Забор воды из верх- них слоев потока	В теле или бы- ках плотины
Равнинный	Водозабор из криво- линейного участка канала	Забор воды из пото- ка, в котором соз- дана поперечная циркуляция	

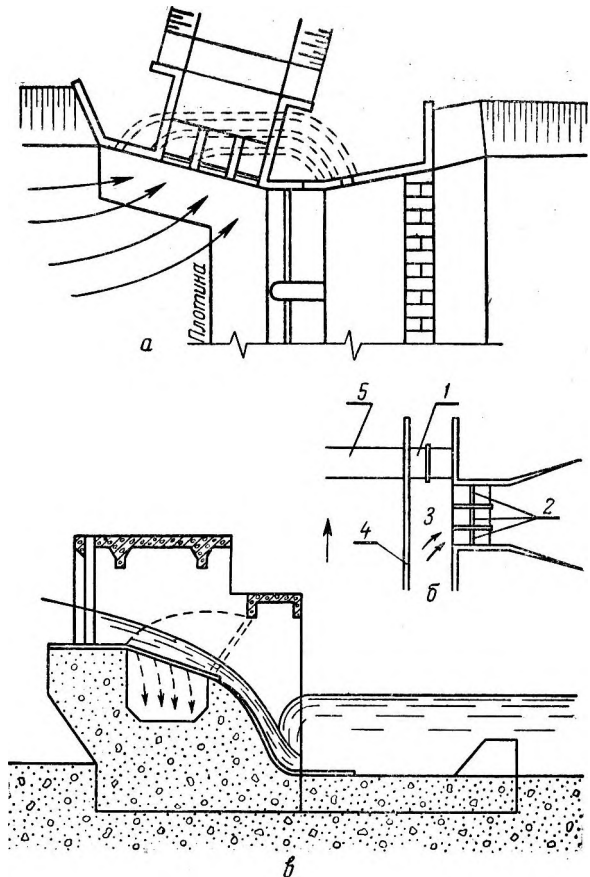


Рис. 2. Типы водозаборов:
 а — с наносеперехватывающими галереями; б — с карманом;
 в — донный с галереей в теле плотины;

В гидротехнической практике наиболее часто применяют следующие водозаборные сооружения:

с донными наносоперехватывающими галереями, которые располагают в пороге водозабора (рис. 2, а); насосы, подходящие к порогу или откладывающиеся перед ним, смываются в нижний бьеф плотины;

с карманом и промывным отверстием в теле плотины (рис. 2, б), через которое промываются и удаляются наносы, отложившиеся перед порогом;

с наносоперехватывающей галереей в теле водосливной плотины (рис. 2, в). Отверстие галереи перекрывается решеткой с просветами 5—10 мм, пропускающей лишь песок или мелкий гравий, крупные наносы свободно проносятся по решетке в нижний бьеф плотины. Такой водозабор чаще устраивают на горных реках.

Существуют глубинные плотинные водозаборы для забора воды из глубоких водохранилищ. Они также делятся на береговые и плотинные. В этом случае нет проблемы борьбы с наносами при водозаборе, так как водохранилище является хорошим отстойником. Для забора из глубоких водохранилищ чаще всего применяют башенный или шахтный тип водозабора.

Водозаборы с механическим подъемом воды.

К механическому подъему воды на орошение обычно прибегают в тех случаях, когда самотечным способом нельзя подвести ее на требуемую отметку, а для устройства напорных сооружений необходимы большие капиталовложения.

Для машинного орошения применяют стационарные, плавучие и сухопутные передвижные насосные станции.

По величине напора насосные станции делятся на низконапорные (напор до 20 м), средненапорные (напор до 20—60 м) и высоконапорные (свыше 60 м). По типу привода они бывают электрифицированные и тепловые.

Стационарная насосная станция обычно состоит из следующих сооружений (рис. 3): подводящего канала 1; водоприемника 2; самотечной линии 3; водозаборного колодца 4; всасы-

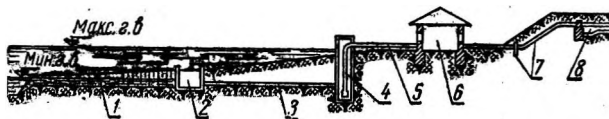


Рис. 3. Стационарная насосная станция.

вающего трубопровода 5; здания станции с основным механическим оборудованием 6; напорного трубопровода 7; напорного, или приемного, бассейна оросительного канала 8. В сельском хозяйстве наиболее распространены стационарные насосные станции.

Передвижные насосные станции устанавливают на реках и в водохранилищах, имеющих большое колебание горизонтов воды.

Передвижные насосные станции применяют следующих конструкций:

двигатель и насос смонтированы на общей жесткой металлической раме, установленной на автомобильном прицепе;

двигатель и насос установлены на раме-салазках;

тракторный двигатель соединяется во время работы карданным валом с насосом, находящимся на салазках. Этим же трактором транспортируется насос;

навесные производительностью 200—500—700 л/сек с насосом пропеллерного типа на тракторах «Беларусь», ДТ-54 или ДТ-75; плавучие.

В последние годы значительное распространение получили передвижные тракторные насосные станции марки ПНСТ-6НДв.

Насосные станции СНН-60 и СНН-25 конструкции ВИСХОМ приводятся в действие от

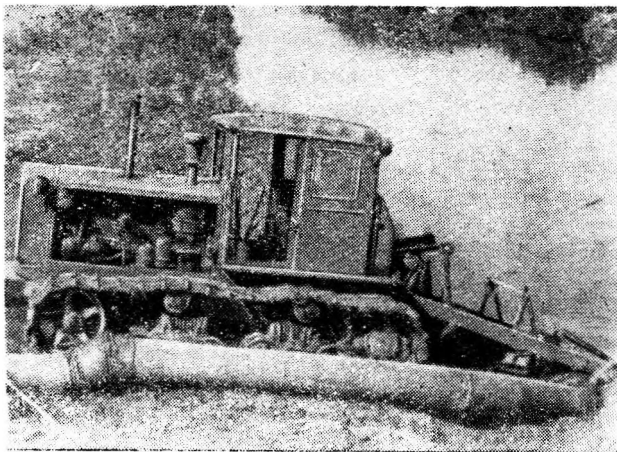


Рис. 4. Навесная насосная станция конструкции ЮжНИИГиМ.

вала отбора мощности трактора через повышающий редуктор.

Недостаток станции состоит в наличии специального редуктора для привода насоса, что усложняет конструкцию. Насос этой станции марки 5К-6 нестандартный, имеет к. п. д. 55—60%, что меньше к. п. д. стандартных насосов.

В условиях пойменных рек, где высота подъема воды для полива сельскохозяйственных культур или орошения лугов не превышает 5—6 м, наиболее целесообразно применять навесные насосные станции конструкции ЮжНИИГиМ с насосом пропеллерного типа. Производительность этих станций 200 и 500 л/сек, напор до 6 м, мощность на валу насоса соответственно 20 и 40 л. с.

Плавающие насосные станции применяют на реках и водохранилищах с неустойчивыми берегами, а также при колебаниях горизонтов воды больше 4 м (рис. 5).

Оросительная сеть

Оросительной сетью называется система оросительных каналов, обеспечивающих транспортировку воды от источника орошения к орошаемому массиву, распределение ее между отдельными хозяйствами или бригадами и подачу воды на поливной участок.

Оросительные каналы на системе. При поверхностном орошении все каналы высшего порядка должны командовать над каналами низшего порядка, включая и временную сеть. Низшее звено постоянных каналов обычно закладывают в полувыемке-полунасыпи. Каналы,

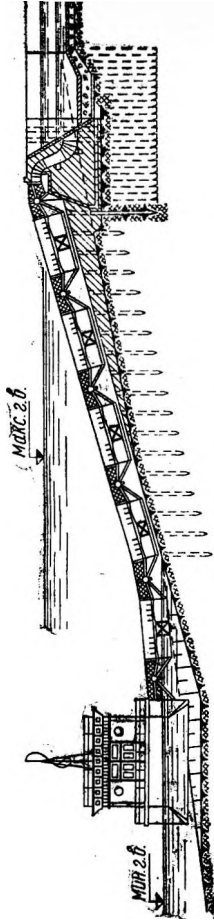


Рис. 5. Плавающая насосная станция на железобетонном понтоне.

предназначенные для полива дождеванием или подпочвенного орошения, могут не иметь командного положения.

Магистральный канал 2 (рис. 6) транспортирует воду, забираемую из источника орошения, и распределяет ее по распределительным и межхозяйственным каналам; последние распре-

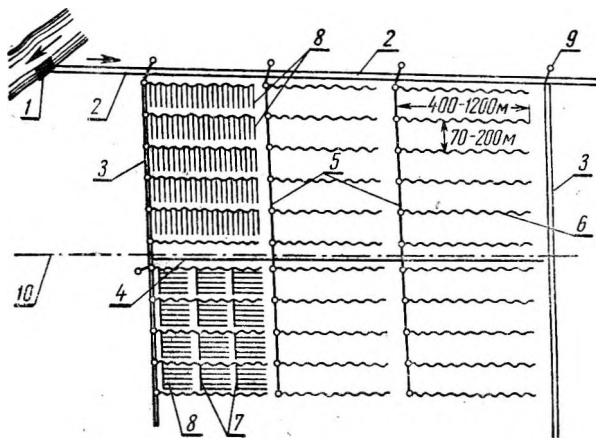


Рис. 6. Схема оросительной сети:

1 — водозаборное сооружение; 2 — магистральный канал; 3 — распределительные и межхозяйственные каналы; 4 — хозяйственные каналы; 5 — участковые распределители; 6 — временные оросители; 7 — выводящие борозды; 8 — поливные борозды; 9 — сооружения на сети; 10 — граница землепользования.

деляют ее по каналам низшего порядка, из которых вода поступает во временные оросители и выводные борозды, а из них в поливную сеть по бороздам или полосам.

Нормальный уровень воды в каналах высшего порядка должен быть на 10—20 см выше форсированного уровня воды в канале низшего порядка.

Наиболее распространена трапецеидальная форма сечения каналов (рис. 7, а). При наличии современных механизмов выгодной формой для крупных каналов является параболическая (рис. 7, б).

Режим работы всей оросительной системы и динамику расходов воды в магистральном и распределительном каналах устанавливают на основании режимов орошения земель в отдельных хозяйствах и планов водопользования.

Расход воды в участковом распределителе равен сумме расходов одновременно получающих из него воду временных оросителей:

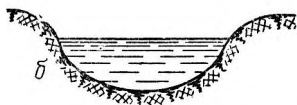


Рис. 7. Формы сечения каналов:

а — трапецеидальная;

б —

параболическая

$$Q_{\text{уч}} = aN \frac{\tau}{t} Q_{\text{вр}},$$

где N — число временных оросителей на участковом распределителе;

τ — продолжительность работы временно-го оросителя;

a — часть площади поливного участка $\omega_{\text{уч}}$, которая должна быть полита в течение t суток.

Расход воды в хозяйственном распределителе в каждый момент времени равен сумме расходов одновременно работающих участковых распределителей. Из этого вытекает, что расход воды в старшем канале Q равен сумме расходов воды одновременно работающих, питаемых им младших каналов Q_1 , то есть

$$Q_0 = \Sigma Q_1.$$

Гидравлический расчет каналов выполняют по формулам равномерного движения воды в открытых руслах:

$$Q = \omega v; \quad \omega = h(b + mh); \quad v = CV \sqrt{Ri},$$

где Q — количество воды в канале, $\text{м}^3/\text{сек}$;

v — средняя скорость воды в канале, $\text{м}/\text{сек}$;

ω — площадь живого сечения канала, м^2 ;

h — глубина воды в канале, м ;

- b — ширина канала по дну, m ;
 m — заложение откосов канала;
 R — гидравлический радиус, m ;
 C — скоростной множитель, зависящий от шероховатости и гидравлического радиуса;
 i — уклон дна канала.

$$R = \frac{\omega}{\chi},$$

где χ — смоченный периметр, m ;

$$\chi = b + 2h\sqrt{1 + m^2}.$$

Скоростной множитель C определяют по формуле Н. Н. Павловского:

$$C = \frac{1}{n} R^y,$$

где n — коэффициент шероховатости;

y — показатель, имеющий переменное значение, принимают в зависимости от гидравлического радиуса из таблицы 2.

Для практических расчетов величину y можно приближенно принимать:

при $R < 1m$	$y = 1,5$
при $R > 1m$	$y = 1,3$

Таблица 2

Значения показателя степени y в формуле Павловского

$R \backslash n$	0,012	0,013	0,014	0,015	0,017	0,018	0,020	0,0225	0,025	0,027
0,1—1,0	0,14	0,15	0,16	0,17	0,19	0,20	0,21	0,23	0,25	0,27
1,0—3,0	0,13	0,14	0,14	0,14	0,15	0,15	0,16	0,17	0,19	0,20

Таблица 3

Значения коэффициента шероховатости n в формуле Павловского для оросительных каналов в земляном русле

Характеристика каналов	n
Рассчитываемые на пропуск расхода больше $25 \text{ м}^3/\text{сек}$ в грунтах:	
связных и песчаных	0,0200
гравелисто-галечных	0,0225
Рассчитываемые на пропуск расхода от 25 до $1 \text{ м}^3/\text{сек}$ в грунтах:	
связных и песчаных	0,0225
гравелисто-галечных	0,0250
Рассчитываемые на пропуск расхода менее $1 \text{ м}^3/\text{сек}$	0,0250
Постоянной сети периодического действия	0,0275
Временные оросители	0,0300

Допускаемые скорости воды в каналах на размыв русла для различных грунтов приведены в таблице 4.

Т а б л и ц а 4

Значения допускаемой средней скорости при $R = 1 м$
(СНиП II-И 3-62)

Наименование грунта	Допускаемая скорость в м/сек при объемном весе т/м ³	
	1,5	1.5—2,0
Суглинок легкий.....	0,4 -0,7	0,7 —0,9
Суглинок средний	0,45—0,75	0,75-1,0
Суглинок тяжелый	0,50-0,85	0,85—1,20
Глина	0,55-0,90	0,90-1,25

Потери воды из оросительных каналов. Потери воды из каналов складываются из потерь: на фильтрацию через дно и откосы; технические потери-утечки через сооружения; непредвиденные сбросы; испарение с водной поверхности и др. Наибольшие потери на фильтрацию составляют в среднем 58—65% от общих потерь, технические потери достигают 32—38%, испарение 3—4%.

Фильтрационные потери зависят от свойств грунта, длины и расходов канала, состояния

Размеры потерь воды на оросительных каналах Северного Кавказа

Наименование систем	Средний многолетний к. п. д. оросительной системы	Средние размеры потерь, % от расхода				
		Магистральный	Межхозяйственная	Хозяйственная	Участки орошения	Общий по казатель использовать ванны воды
Дельтовые оросительные системы р. Терек	0,45—0,56	12—16	14—18	15—19	8—12	0,48—0,36
Терско-Кумские оросительные системы	0,40—0,52	14—17	16—19	15—19	10—12	0,41—0,31
Оросительные системы предгорной зоны (Сунжа, АССА, Аргун)	0,36—0,42	18—20	19—22	21—22	10—12	0,34—0,27
Кубанские плавневые	0,48—0,64	16—17	16—18	17—19	10—14	0,41—0,32
Кубанские среднестепные	0,41—0,48	12—16	13—16	16—18	10—12	0,42—0,32
Ставропольские	0,39—0,47	18—26	15—18	17—19	8—10	0,38—0,26
Ростовские	0,38—0,44	14—21	13—18	16—19	8—10	0,42—0,34
Волгоградские	0,34—0,42	16—20	13—19	17—20	8—12	0,40—0,29
Кабардино-Балкарские	0,32—0,45	16—19	15—20	18—22	10—13	0,38—0,27

**Значения коэффициента K в зависимости
от расходов воды в канале**

Расход воды в канале, $m^3/сек$	Водопроницаемость, л/сек на 1 км		
	слабая	средняя	сильная
0,10	80	23	12
0,10—0,20	95	24	13
0,20- 0,30	105	30	15
0,30—0,40	110	36	18
0,40- 0,50	118	40	21
0,50—0,60	125	43	23
0,60—0,70	130	45	25
0,70—0,80	135	47	26
0,80—1,00	142	50	28
1,00—1,20	154	56	30
1,20- 1,40	166	61	33
1,40—1,60	173	65	36
1,60—1,80	175	68	38
1,80—2,00	178	70	41
2,00—2,50	185	76	46
2,50- 3,00	190	78	48
3,00—3,50	198	81	51
3,50—4,00	205	87	56
4,00—4,50	219	93	61
4,50—5,00	234	100	65
5,00—6,00	240	105	68
6,00—7,00	250	110	76
7,00—8,00	258	117	81
8,00—10,00	265	122	86
10,00—12,00	286	129	93

ложа, постоянного или периодического действия канала. Величина потерь воды для некоторых оросительных систем приведена в таблице 5.

Потери воды 1 км длины канала приведены в таблице 6 (коэффициент водонепроницаемости грунта K в заиленном русле), которая составлена по формулам А. Н. Костикова для различной водопроницаемости грунта.

Для определения потерь воды на фильтрацию из каналов непрерывного действия можно пользоваться следующими формулами:

I. Н. Н. Павловского:

$$q = 0,0116K (B + 2h),$$

где q — потери воды на фильтрацию, $м^3/сутки$ на 1 км канала;

K — коэффициент фильтрации, $м/сутки$;

B — ширина канала по урезу воды, $м$;

h — глубина воды в канале, $м$.

II. А. Н. Костяков а:

1) для сильнопроницаемых грунтов русла канала

$$\sigma = \frac{3,4}{\sqrt{Q}} \% \text{ канала от расхода } м^3/сек \text{ на } 1 \text{ км}$$

2) для среднепроницаемых грунтов

$$\sigma = \frac{1,9}{Q^{0,4}} \%;$$

3) для малопроницаемых грунтов

$$\sigma = \frac{0,7}{Q^{0,3}} \%$$

III. С. И. К о б е к а:

$$S = K l P,$$

где S — потери на фильтрацию, $м^3/сек$;

K — коэффициент фильтрации, $м/сутки$;

l — длина рабочей части канала, $м$;

P — смоченный периметр канала, $м$.

IV. В. В. В е д е р н и к о в а:

$$q = 0,0116 \chi \alpha,$$

где q — фильтрационный расход на 1 км канала;

α — поправочный коэффициент, зависящий от коэффициента заложения откоса;

χ — смоченный периметр.

V. С. А. Г и р ш к а н а:

$$\sigma = \frac{6,3}{Q} K,$$

где Q — расход воды в канале, $м^3/сек$;

K — коэффициент фильтрации грунта, $м/сутки$;

σ — потери на 1 км канала в % от расхода.

Коэффициент фильтрации принимается по данным исследований, проведенных на системе. Если этих данных нет, то С. А. Гиршкан рекомендует принимать следующие значения коэффициента K :

очень тяжелые по водопроницаемости грунты (тяжелые глины) . . .	0,01 м/сутки	
тяжелые грунты (глины, тяжелые суглинки).....	0,01—0,05	”
средние грунты (средние и легкие суглинки, лессы).....	0,05—0,4	”
легкие грунты (супеси, пылеватые пески).....	0,4—1,0	”
очень легкие грунты (песчаные, гравелистые).....	1,0	”

При наличии подпора со стороны грунтовых вод фильтрация из каналов уменьшается. В этих случаях процент потерь на 1 км длины канала С. А. Гиршкан предлагает определять по формуле:

$$\sigma = \frac{6,3}{\sqrt{Q}} KU,$$

где U — поправочный коэффициент, зависящий от расхода канала и глубины залегания грунтовых вод.

Значения U для наиболее возможных случаев в практике эксплуатации приведены в таблице 7.

Значения коэффициента У в формуле С. А. Гиршкана

Расход, $м^3/сек$	Глубина залегания грунтовых вод, м				
	1	3	5	7,5	10
0,3	0,82	—	—	—	—
1,0	0,63	0,78	—	—	—
3,0	0,50	0,63	0,82	—	—
10,0	0,41	0,50	0,65	0,79	0,91
20,0	0,35	0,45	0,57	0,71	0,82
30,0	0,35	0,42	0,54	0,66	0,77

Более точные результаты дают формулы А. Н. Костикова, С. А. Гиршкана и С. И. Кобека.

Способы борьбы с потерями воды из оросительных каналов

Способы борьбы с потерями воды можно разделить на технический, химический, механический и эксплуатационные мероприятия.

Технический способ — это покрытие каналов различными одеждами: бетоном, асфальтом, каменной отмосткой, полиэтиленовыми, хлорвиниловыми пленками; устройство надземных

открытых лотков и закрытых напорных трубопроводов.

Химический способ заключается в солонцевании дна и откосов канала поваренной солью, силикатировании, оглеении, нефтевании.

Механический способ состоит в глубинном уплотнении, затирании, укатывании и рыхлении ложа каналов.

Эксплуатационные мероприятия: ликвидация утечек воды через водовыпуски; щиты гидротехнических сооружений; минимальные сбросы из каналов, очистка каналов от растительности и заиления; ремонт каналов и гидротехнических сооружений; введение планов водопользования; проведение круглосуточных поливов.

Бетонные одежды. Для ирригационных каналов наиболее распространены бетонные одежды—монолитные и из сборных плит.

Основной формой поперечного сечения канала следует считать трапецеидальную. Для монолитной облицовки откосы обычно принимаются 1 : 1 или 1 : 1,25. Круче откосы делать не рекомендуется, так как сырой бетон с таких откосов сползает. При облицовке канала плитами откосы могут быть значительно круче.

Толщина облицовки зависит от состава бетона, назначения одежды и размеров канала, тем-

пературы и глубины промерзания грунта, характера основания и наличия дренажа в основании.

Примерная толщина бетонной облицовки приведена в таблице 8.

Таблица 8

Толщина облицовки оросительных каналов, см

Глубина воды в канале, м	Монолитные одежды		Из сборных плит
	бетон	железобетон	
1—1,5	6—8	6	5
1,5-2,0	8-10	6	6
2,0—2,5	8—10	6-8	8
2,5-3,0	10—12	6-8	8
3,0-3,5	12-14	8-10	10
3,5-4,0	12—14	10-12	10

Наиболее слабым местом в облицовке каналов из бетона являются швы, через которые возможны утечки воды, поэтому желательно, чтобы расстояние между ними было максимальным. Это расстояние можно определить по формуле:

$$l = \frac{2t\delta}{W^n},$$

где l — расстояние между швами, м;

t — толщина облицовки, см;

δ — допускаемое напряжение бетона на растяжение, $кг/см^2$;

W — вес 1 $м^2$ облицовки, $кг$;

n — коэффициент трения бетона по грунту.

Для армированных бетонных одежд расстояние между швами принимают:

$$l = \frac{d}{0,75p} \text{ см,}$$

где d — диаметр стержневой арматуры, $см$;

p — процентное содержание арматуры в поперечном сечении одежды (для железобетона $p = 0,004$).

Железобетонные лотки. В настоящее время в ирригационной практике широко применяют железобетонные лотки полуциркульной и параболической формы сечения.

В типовом проекте полуциркульных лотков Грузгипроводхоза приводится график с кривыми зависимости расхода Q от уклона i для различных диаметров лотка (рис. 8).

Гипроводхозом в 1958—1959 гг. запроектированы лотки параболической формы из обычного и предварительно напряженного железобетона. Общий вид лотка показан на рисунке 9.

В таблице 9 приведены размеры лотков, запроектированных Гипроводхозом, при скорости течения воды в них до 1,5 $м/сек$. Эти лотки в

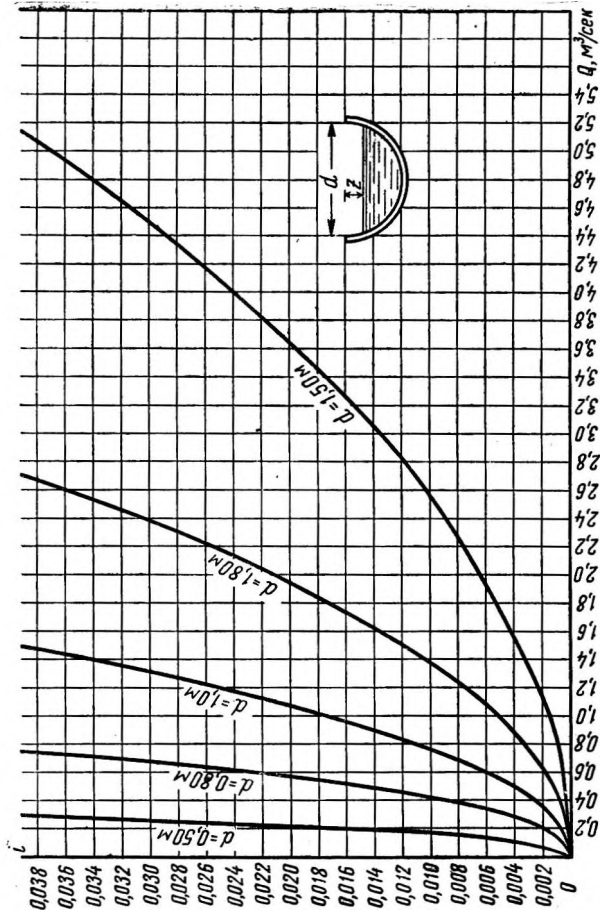


Рис. 8. График зависимости расхода воды в лотке от диаметра и уклона лотка.

поперечном сечении имеют форму параболы и характеризуются ее параметром. Уравнение параболы внутренней поверхности лотка $x^2 = 2py$, где $p = 0,2; 0,35; 0,5$ и зависит от h лотка.

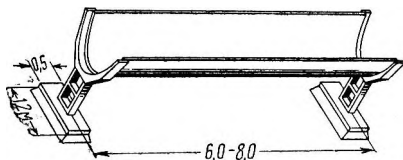


Рис. 9. Общий вид железобетонного лотка.

Лотки укладывают на высоких, средних, низких опорах и в траншее. Элементы опор (седла, стойки и фундаментные плиты) чаще всего собирают на заводе.

В стойке сделаны выпуски арматуры, которые заходят в оставленные в седле отверстия, после чего отверстия цементируют. При сборке плиту со стойкой соединяют сваркой уголков стойки с пластинами плиты.

Воду из лотков забирают при помощи сифонов или специально устроенных водовыпусков.

Гипроводхозом составлен проект крупноразмерных лотков параболической формы ($p = 0,35$) с пропускной способностью от 1,5 до

Размеры лотков, рекомендуемые Гипроводхозом

	Лотки из обычного железобетона			Лотки из предварительно напряженного железобетона		
	шифр лотков					
	Лс-1	Лс-2	Лс-3	Лн-1	Лн-2	Лн-3
Максимальная пропускная способность, $\text{м}^3/\text{сек}$	0,252	0,625	1,160	0,252	0,625	1,160
Размеры лотка:						
длина, м	6,0	6,0	6,0	8,0	8,0	8,0
высота, м	0,4	0,6	0,8	0,4	0,6	0,8
ширина поверху, м	0,80	0,98	1,13	0,8	1,98	1,13
площадь строительного сечения, м^2	0,214	0,392	0,604	0,214	0,392	0,60
Толщина стенок, см	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0
		6,0	6,0	—	6,0	6,0

5 м³/сек. Высота лотка 1 —1,2—1,8 м при длине 8 м и 1,6—1,8 м при длине 6 м.

Скорость течения воды в лотках назначают в пределах от 0,5 до 5 м/сек; минимальная скорость должна обеспечить транспортирование наносов, поступающих в лоток.

В последнее время Гипроводхоз рекомендует лотки устанавливать на свайных опорах различной конструкции.

Глубину забивки свай на горизонтальную нагрузку от ветра проверяют методом А. М. Латышенкова по формуле:

$$P_{\text{макс}} = \frac{\xi mbh_3^2}{6(4H + h_3)},$$

где ξ — коэффициент, принимаемый для квадратных свай 2,6;

b — ширина поперечного сечения свай, м;

h_3 — глубина забивки свай, м;

H — высота приложения горизонтальной силы над поверхностью земли, м;

$$m = \gamma_0 \left[\operatorname{tg}^2 \left(45 + \frac{\gamma^n}{2} \right) - \operatorname{tg}^2 \left(45 - \frac{\gamma^n}{2} \right) \right],$$

где γ_0 — средневзвешенное значение объемного веса грунта, залегающего выше глубины забивки свай;

γ^n — средневзвешенные значения угла внутреннего трения грунта.

Асфальтовые одежды. Асфальтовые одежды — покрытие дна и откосов канала слоем асфальтобетона толщиной 3—6 см. Под слоем должно быть хорошее основание из уплотненного грунта или гравия.

Состав асфальтобетона: песчаный грунт — 80%, битум — 10%, мел — 5%, каменноугольный пек — 5%. Откосы могут быть одинарные, лучше полоторные.

Глубинное уплотнение ложа каналов. Глубинным уплотнением существующих каналов называется такое, при котором вокруг ложа его создается уплотненный экран из грунта мощностью не менее одного метра. Такой экран можно получить различными грунтоуплотняющими машинами ударного действия: Д-302А (каток с падающими грузами); вальцовая трамбовка АзНИИГиМ, машина ТП-Э-505; конусная трамбовка и др. Число ударов по одному месту 5—6 при высоте падения трамбовки 2—3 м.

Глубинное уплотнение снижает потери воды в первый год службы до 12—15 раз. В последующие годы наступает частичное разуплотнение верхнего слоя на глубину промерзания. Нижняя часть уплотненного экрана продолжает сохранять свои противодиффузионные свойства длительное время (около 10 лет).

Влажность грунта, при которой необходимое уплотнение достигается с минимальной затратой работы, называют оптимальной.

Значения оптимальной влажности в % для различных грунтов при уплотнении следующие:

легкие суглинки—16—18, средние — 19—22, тяжелые — 21—25, глины — 22—27, черноземы — 22—28.

При данной влажности можно получить степень уплотнения до $1,7—1,65 \text{ г/см}^3$ по всему уплотненному экрану.

Кроме глубинного уплотнения, существует послойное (поверхностное) уплотнение грунта с помощью катков и затирания ложа периодически действующих каналов и временных оросителей. Затирание проводится металлическими или железобетонными затирающими, имеющими форму утюга, работающими в одном агрегате с канавокопателем. Такое сочетание очень экономично. При одном проходе по каналу затирающего потери воды снижаются в 3—4 раза. Срок действия затиранья — не более одного сезона.

Нефтевание русел каналов. Нефтевание-пропитывание грунта ложа канала нефтью дозой 10—15 кг на 1 м². Грунт, пропитанный нефтью, становится гидрофобным, фильтрация уменьшается в 10—12 раз. Поверхность канала перед нефтеванием нужно очистить от ра-

стительности и разрыхлить. Нефть лучше вносить в грунт в нагретом состоянии (120—130°). Первые два года на таких каналах растительность не развивается. При уменьшенной дозе нефти (4—6 кг на 1 м²) растительность не угнетается.

Кольматация каналов. Кольматация— это процесс вмывания глинистых или илистых частиц в поры грунта с помощью фильтрационных токов.

Кольматации лучше поддаются пески разной крупности, а также связные и структурные грунты, в которых имеются трещины, ходы червей и других землероев. С изменением активной порозности в закольматированном слое резко изменяется коэффициент фильтрации по сравнению с первоначальным грунтом.

Т а б л и ц а 1 0

**Количество глины, необходимое
для кольматации каналов**

Грунты	Диаметр частиц песка, мм	Количество глины на 1 м ² , кг	Во сколько раз уменьшается фильтрация
Крупные пески	1,0—0,5	18	3-6
Средние пески	0,5—0,25	9	3-5
Мелкие пески	0,25—0,10	4,5	4-7

Лучший кольматирующий материал — глина. Примерное количество глины для кольматации 1 м² поверхности канала, проходящего в различных песках, по данным Т. А. Неговской, приведено в таблице 10.

Допускаемая мутность потока кольматируемых каналов должна быть не более $p = 5$ кг/м³ для крупных песков и $p = 2$ кг/м³ для средних и мелких.

Секундный расход глины, вводимый в канал, будет равен:

$$W_1 = pQ \text{ кг/см,}$$

где p — мутность потока, кг/м³

Q — расход, при котором проводится кольматация, м³/сек.

Время, в течение которого должна происходить кольматация, при непрерывном процессе будет равно:

$$t = \frac{W}{pQ} \text{ сек,}$$

где W — общее количество глины, потребной для кольматации.

Солонцевание грунта ложа каналов. Солонцевание целесообразно на структурных почвах, обладающих значительной фильтрацией. На бесструктурных почвах солонцевание мало-

эффективно. Солонцевание чистых и гравелистых песков эффекта не дает.

Эффективность солонцевания резко снижается в грунтах, содержащих гипс, углекислый кальций и магний. Соли кальция препятствуют вхождению натрия в поглощенный комплекс и способствуют первоначальному восстановлению грунта.

При солонцевании комки почвы разрушаются, почва делается бесструктурной, уплотняется и значительно уменьшает поры.

Для искусственного засолонцевания применяют натриевые соединения, причем нейтральные соли натрия (хлористый натрий) дают меньший эффект, чем щелочные соединения (сода, каустик).

Норма внесения соли зависит от свойств почв и толщины слоя обработки; она обычно колеблется от 3 до 5 кг на 1 м² поверхности канала. Соль можно вносить в сухом и в растворенном виде.

При солонцевании каналов необходимо очистить их от растительности и наилка; равномерно внести соль или солевой раствор на поверхность канала; обработанную поверхность желательно присыпать грунтом слоем 3—4 см.

Обработку лучше вести по просушенному руслу, взрыхленному на глубину 2—3 см.

Перед началом эксплуатации необходимо замочить канал стоячей водой в течение суток.

Потери воды на засолонцованных каналах снижаются до 25—10 раз в первый год действия. Срок действия солонцевания в благоприятных условиях 3—4 года. Если в воде или грунте имеются соли кальция, эффективность солонцевания снижается и оно действует не более одного сезона.

Соль обычно вносят вручную.

Каменные и гравийные облицовки. Сущность каменной или гравийной отмостки как меры борьбы с фильтрацией заключается в уменьшении площади соприкосновения воды с фильтрующей поверхностью ложа канала и в уплотнении грунта под каменной отмосткой. Эти облицовки экономичны там, где вблизи каналов имеется камень или крупный гравий как местный материал.

Откосы для небольших каналов ($h =$ до 1 м) можно принимать одинарные, при больших глубинах—полуплоские или даже двойные.

На каналах с каменной отмосткой допускаются завышенные скорости (2,5—4 м/сек), что приводит к уменьшению поперечного сечения канала.

Пленки. В последнее время для водонепроницаемых экранов на каналах и водоемах

применяют различные гибкие покрытия, в частности полихлорвиниловые и полиэтиленовые пленки, бризол и изол, которые практически являются водонепроницаемыми длительное время. Пленочные экраны можно устраивать в любых грунтах.

Пленочные экраны с защитным слоем грунта устраивают по траншейной или периметрической схеме.

Траншейная схема (рис. 10, а). По оси будущего канала разрабатывают траншею.

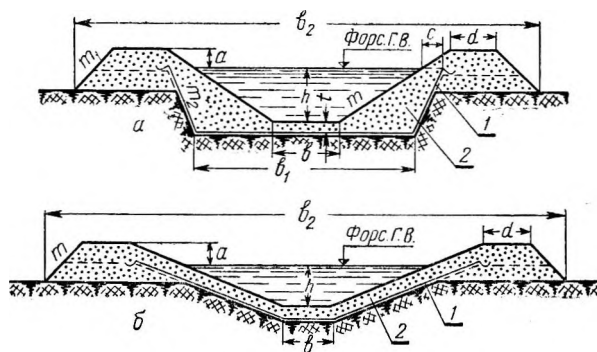


Рис. 10. Сечение каналов при траншейной (а) и периметрической (б) схемах устройства экранов:

1 — пленка; 2 — защитный слой.

Дно и стенки траншеи выстилают пленкой. Одновременно с укладкой пленки траншею засыпают грунтом. В заполненной грунтом траншее канавокопателем или экскаватором вырезают канал проектного сечения. Элементы сечения канала приведены в таблице 11.

Периметрическая схема (рис.10,б). Параметры типовых сечений каналов для периметрической схемы приведены в таблице 12.

В районах старого орошения при реконструкции оросительной сети необходимо обработать основание под пленку и защитный слой гербицидами для уничтожения ростков и корневищ сорной растительности.

При зарастании каналов тростником применяют трихлорацетат натрия (150 кг/га) и далапон (25 кг/га), а при смешанной растительности — атразин, симазин (22—24 кг/га) и монурон, фенурон (27—30 кг/га).

Пленочные покрытия необходимо укладывать под защитный слой земли для предохранения от температурных воздействий, которые ускоряют их старение.

Существуют и другие противофильтрационные мероприятия — грунтовые одежды, силикатированные грунты, оглеение и т. д., которые менее приемлемы на каналах, а более подходят к условиям водоемов.

Таблица 11

Параметры типовых сечений каналов для траншейной схемы

Продусская способность канала, $\text{м}^3/\text{сек}$	b_1 , м	b , м	h , м	m	t , м	a , м	c , м	d , м	m_1	b_2 , м	p , м	v , $\text{м}/\text{сек}$
0,2	0,7	0,3	0,6	1,5	0,2	0,2	0,4	0,5	1	4,5	4,3	0,39
0,3	2,9	0,45	0,6	1,5	0,2	0,2	0,4	0,5	1	5,4	4,6	0,49
0,5	3,7	0,80	0,8	1,5	0,2	0,2	0,4	1,0	1	7,1	5,7	0,46
1,0	5,2	1,30	1,1	1,5	0,3	0,4	0,5	1,0	1	9,3	8,2	0,44
2,0	6,7	3,00	1,1	1,5	0,3	0,4	0,5	1,0	1	11,0	9,5	0,53
3,0	8,7	4,50	1,2	1,5	0,3	0,4	0,5	1,25	1	13,4	11,7	0,52

Параметры типовых сечений каналов для периметрической схемы

Пропускная способность канала, м ³ /сек	b , м	h , м	m	r , м	a , м	d , м	m_1	b_{20} , м	P , м	v , м/сек
0,3	0,3	0,60	2,5	0,2	0,2	0,5	1	6,1	4,6	0,4
0,5	0,4	0,76	2,5	0,3	0,2	1,0	1	8,2	5,5	0,43
1,0	1,0	0,85	2,5	0,3	0,4	1,0	1	10,5	7,2	0,55
2,0	1,9	1,10	2,5	0,3	0,4	1,0	1	12,9	9,4	0,57
3,0	3,4	1,20	2,5	0,3	0,4	1,25	1	15,5	11,5	0,55
5,0	3,6	1,50	2,5	0,3	0,4	1,25	1	17,5	13,3	0,60

Таблица 13
Классификация противотильтрационных мероприятий
и снижение потерь воды

Виды одежд или мероприятий	Снижение потерь, %	Примерная стоимость 1 м ² , руб.	Срок службы одежд, мероприятий в годах	Стоимость воды; сбереженной одеждой или мероприятием С
Бетонные одежды:				
Монолитные	85—90	3,5—5,5	25—35	1,55
Сборные	85—90	5,0—6,5	25—35	1,55
Лотки	90—95	9,0—12,0	30—40	1,55
Асфальтовые одежды	80—90	3,0—4,0	15—20	1,55
Глиняные одежды	60—70	0,4—0,5	3—5	0,70
Глиняные обливки	50—60	0,3—0,35	5—8	0,35
Каменная отмостка	50—60	3,6—4,5	40—50	1,80
Нефтевание	70—80	0,3—0,35	5—6	0,58
Солонцевание	60—70	0,25—0,35	3—5	0,35
Оглеение	50—60	0,15—0,20	3—4	0,35
Кольматация глиной	50—70	0,25—0,30	5—8	0,30
Кольматация с уплотнением	70—75	0,35—0,40	Более 10	0,40
Глубинное уплотнение грунта	70—75	0,15—0,20	8—10	0,35
Полиэтиленовые пленки	90—95	0,9—1,70	5—8	1,70
Хлорвиниловые пленки	90—95	0,9—1,7	5—8	1,70
Бризолы	90—95	0,5—0,8	5—10	1,70

В таблице 13 приведены примерная стоимость и срок службы различных противофильтрационных мероприятий.

При определении стоимости воды, сэкономленной одеждой, применена формула А. Н. Костякова:

$$C \leq 86,4 \frac{Q \sigma A t}{P r} \text{ руб./м}^2,$$

где Q — расход воды в канале, $\text{м}^3/\text{сек}$;

σ — процент потерь воды в канале на 1 км длины;

A — ценность оросительной воды, руб. за 1 м^3 ;

t — число дней работы канала в году;

P — смоченный периметр канала, м ;

r — процент амортизации и ремонта одежды;

C — стоимость 1 м^2 поверхности одежды, которая должна быть не выше ежегодной стоимости сэкономленной (благодаря этой одежде) воды.

Гидротехнические сооружения на каналах

Некоторые участки оросительных или обводнительных каналов по техническим и экономическим соображениям или рельефным условиям можно заменить другими водоводами —

лотками, трубами, акведуками, дюкерами; в местах перелома продольного профиля необходимо сопрягать участки канала специальными сооружениями — перепадами, быстротокнами; в местах разветвлений канала нужны перегородаживающие сооружения и вододелители; для регулирования режима канала требуются водосбросы, водовыпуски.

Лотки представляют собой искусственные русла каналов. Их устраивают на участках трассы со сложным рельефом или при неблагоприятных геологических условиях; движение в них безнапорное.

В гидротехнической практике чаще применяют бетонные и железобетонные лотки из сборных или монолитных конструкций прямоугольного, трапецеидального или параболического сечения.

Реже встречаются деревянные или металлические лотки.

Дюкеры — гидротехнические сооружения трубчатой конструкции. Они представляют собой напорные водоводы, укладываемые под руслом реки или при пересечении глубокой долины (рис. 11,а). Сечение дюкера может быть прямоугольным, круглым или восьмигранным. Дюкеры бывают железобетонные или металлические и редко деревянные. Площадь сечения дюкера определяется расходом воды и сред-

ней скоростью течения порядка 2—3 м/сек.
Расход дюкера определяется по формуле:

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

где μ — коэффициент расхода, учитывающий
потери в водоводе;

z — разность уровней перед дюкером и за
ним;

ω — площадь сечения.

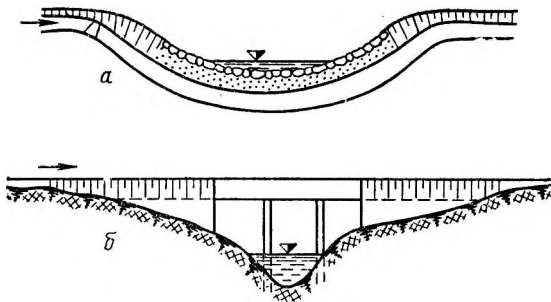


Рис. 11. Схемы сооружений при пересечениях
каналов водотоков, оврагов или лощин:

a — дюкер; *б* — акведук.

Скорость течения воды в дюкере из условия
незаиляемости его принимают не менее

1,5 м/сек.

Акведуки устраивают при пересечениях канала с водотоками, понижениями, дорогами (рис. 11, б). Акведуки строят бетонные, железобетонные, иногда деревянные. Сечение акведуков обычно прямоугольное. По конструкции пролетного строения они бывают арочные, рамные и балочные.

Скорость течения воды в лотке акведука принимают в пределах 1—2 м.

Вход в акведук рассчитывают по формуле затопленного водослива:

$$Q = \varepsilon \varphi m \sqrt{2q(H_0 - h_{\text{п}})},$$

где ε — коэффициент бокового сжатия;

φ — коэффициент скорости;

Т а б л и ц а 1 4

Значение m и φ в зависимости от типа порога водослива

Тип порога	Коэффициент расхода m	Коэффициент скорости φ
Прямоугольный шероховатый порог	0,3	0,76-0,78
Прямоугольный гладкий порог	0,32	0,84
Порог с закругленным входным ребром	0,35	0,93
Хорошо округленный входной порог	0,37	0,98

m — коэффициент расхода;
 H_0 — напор с учетом скорости подхода, m ;
 $h_{\text{н}}$ — превышение горизонта воды нижнего бьефа над входным порогом, m .

Коэффициент бокового сжатия определяют по формуле:

$$\epsilon = 1 - 0,2\xi_{\text{к}} \frac{H_0}{b},$$

где $\xi_{\text{к}}$ — коэффициент уменьшения для различных очертаний ребер, находится в пределах 1—0,7;

b — ширина лотка акведука, m .

Уклон лотка акведука определяется из формулы: $v = C\sqrt{Ri}$. Преобразуя, получим:

$$\sqrt{i} = \frac{Q}{\omega C\sqrt{R}}.$$

К сопрягающим сооружениям относятся перепады, быстротоки.

Перепады устраивают при резких изменениях отметок смежных участков канала. Существует несколько основных типов перепадов: ступенчатые, напорные и консольные. Ступенчатые перепады бывают открытыми и полунапорными (рис. 12).

Открытые ступенчатые перепады на пороге могут иметь прямоугольную, трапецеидальную

и щелевую форму поперечного сечения. Наиболее проста и чаще встречается в ирригационной практике прямоугольная форма.

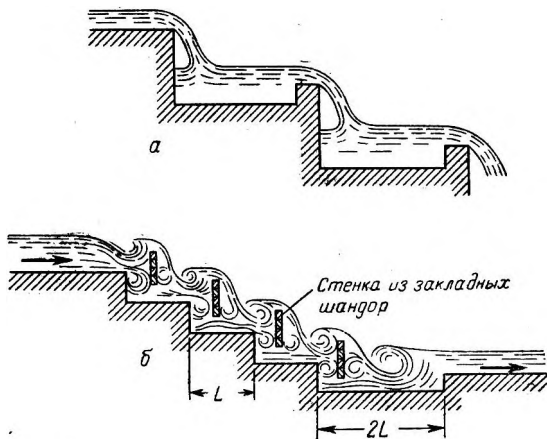


Рис. 12. Перепады:
а — открытый ступенчатый; *б* — полунапорный.

Для гашения энергии на перепаде устраиваются стенки, образующие водобойные колодцы.

Расчет многоступенчатого перепада с водобойными колодцами (рис. 12, *а*) ведется по

обычным формулам для водосливов практического профиля:

$$Q = mb \sqrt{2g} H_0^{3/2},$$

где m — коэффициент расхода, который колеблется от 0,3 до 0,42.

$$H_0 = H + \frac{v_0^2}{2g},$$

где v_0 — скорость подхода.

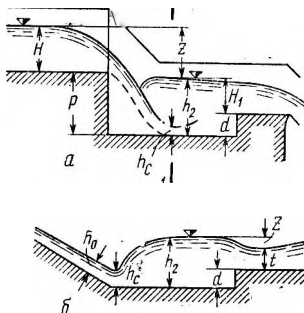


Рис. 13. Схема сопряжения глубин в водобойном колодце:

a — на перепаде; b — на быстротоке.

Если $v_0 > 0,75 + 1,00$ м/сек, то можно принимать $H_0 = H$.

Глубина водобойного колодца d (рис. 13,а) определяется из условия:

$$d+H_1 > h_2,$$

где H_1 — геометрический напор на водосливной стенке колодца, равный:

$$H_1 = \sqrt[3]{\frac{q^2}{2q m^2} - \frac{v_k^2}{2q}};$$

h_2 — глубина, сопряженная с глубиной h_c сжатого сечения у дна колодца;

v_k — средняя скорость в колодце.

Длину колодца определяют обычным способом с учетом дальности полета струи, а именно:

$$l_{\text{кол}} = l_{\text{пол}} + 0,6l_{\text{пр}};$$

$$l_{\text{пол}} = 0,45 v \sqrt{y},$$

где v — средняя скорость на водосливе;

$$y = P + \frac{H}{2} \quad \text{— высота падения центральной струи.}$$

Высота ступени равна примерно 2—3 м и определяется из условия:

$$P \cong \frac{z}{n},$$

где z — общий перепад;

n — число ступеней.

Напорные (закрытые) перепады устраивают при значительных падениях и крутых склонах, не позволяющих строить открытые перепады. Они представляют собой шахты или трубы.

Расход через шахтный или трубчатый закрытый перепад определяется по формуле водослива:

$$Q = m \cdot 2\pi R \sqrt{2g} \cdot H^{3/2},$$

где m — коэффициент расхода, равный
0,32 — 0,36;

R — радиус трубы (шахты);

H — напор на водосливе.

Консольные перепады характеризуются наличием в лотке консоли, с которой вода падает струей на сопрягающий участок канала или водоема. Они экономичны, так как при них нет стенки падения и водобойной плитки в нижнем бьефе.

Быстротоки— искусственные каналы, выполненные в виде лотков с уклонами более критических, сопрягающие участки канала с разными уровнями. Дно и стенки быстротоков обычно устраивают с повышенной шероховатостью для гашения части энергии.

Быстротоки, как правило, сооружают из бетона или железобетона. На каналах с небольшими расходами и небольшой разностью уров-

ней устраивают каменные или даже деревянные быстротоки. В конце быстротока располагается водобойный колодец, гарантирующий затопление прыжка. В последнее время широкое распространение получили конструкции быстротоков из сборного железобетона.

Входной лоток быстротока рассчитывается как водослив, то есть по формуле:

$$Q = m(b - 0,1\xi H_0)H_0\sqrt{2qH_0},$$

где ξ = коэффициент, для лотка с вертикальными стенками равный 0,7;

$$H_0 = H + \frac{v_0^2}{2g}, \quad \text{напор на пороге водослива};$$

m — число сжатия.

Глубина водобойного колодца (рис. 13,б) определяется по формуле:

$$d = h_2 - t.$$

Глубина воды в колодце h_2 принимается равной или немного больше отдельной глубины, то есть:

$$h_2 = (1,05 + 1,10) \left[\sqrt{1 + 8\left(\frac{h_k}{h_0}\right)} - 1 \right].$$

К сооружениям, регулирующим водный режим в каналах, относятся шлюзы-регуляторы, водовыпуски и водосбросы.

Шлюзы-регуляторы устраивают в местах разветвления канала для регулирования расхода воды из канала старшего порядка в каналы младшего порядка; они бывают открытого и закрытого типа.

Открытый шлюз-регулятор сборной конструкции (типовой проект Гипроводхоза) состоит из железобетонной щитовой стенки, в которой крепится рама щита с винтовым подъемником 1ВП-49.

Участки канала, примыкающие к стенке со стороны обоих бьефов, крепят ребристыми железобетонными плитами.

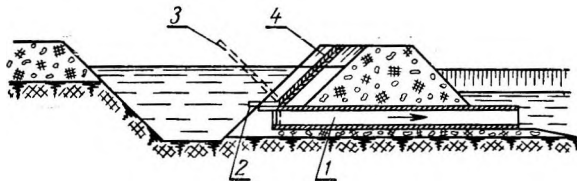


Рис. 14. Трубчатый водовыпуск типа «хлопушки»:

1 — труба водовыпуска; 2 — крышка «хлопушки»; 3 — рукоятка при закрытом положении; 4 — рукоятка при открытом положении.

Закрытые шлюзы-регуляторы в виде труб круглого или прямоугольного сечения устраивают на каналах, проходящих в глубоких выемках. Они бывают без переезда и с переездом

Таблица 15

Расход воды через трубы круглого сечения, л /сек

Диаметр трубы, мм	Разность горизонтов, см									
	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20
195	13	18	22	25	29	31	33	36	38	40
243	20	28	34	39	44	49	52	56	59	62
279	26	36	45	52	58	64	68	73	77	82
322	44	64	76	88	98	107	116	124	131	138

(типовые проекты разработаны Гипроводхозом).

Водовыпуски устраивают для подачи воды из постоянных каналов во временные оросители (рис. 14). Они бывают стационарные и переносные, по форме — круглого или прямоугольного сечения.

Для определения расхода через трубчатые водовыпуски можно пользоваться таблицами 15 и 16.

Т а б л и ц а 1 6

Расход воды через трубы прямоугольного сечения,
л/сек

Разность горизонтов воды, <i>см</i>	Размеры поперечного сечения, <i>см</i>			
	20X40	20X50	25X50	30X60
5	58	69	145	125
10	79	98	203	178
15	96	120	251	210
20	111	138	296	249

Трубчатые водовыпуски круглого сечения обладают большей пропускной способностью, чем прямоугольные, при одной и той же разности горизонтов.

В последнее время в ирригационной практике получили распространение переносные сифо-

ны, они более экономичны, ликвидируют утечки воды и позволяют механизировать уход за каналами.

Пропускная способность водовыпусков-сифонов определяется по формуле:

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

где μ — коэффициент расхода, принимаемый равным 0,7;

ω — поперечное сечение, m^2 ;

z — разность горизонтов воды, m .

Водосбросы устраивают как в головной, так и в концевой части канала. Они предназначены для сброса воды из канала в случае его переполнения или для опорожнения при ремонте сооружений и относятся к периодически действующим сооружениям.

Сбросная и дренажная сеть на оросительных системах

В оросительную систему инженерного типа входит сбросная и дренажная сеть. Сбросная сеть служит для опорожнения каналов при ремонте и прекращении подачи воды зимой или во время очистки системы, а также для сброса излишней воды.

Коллекторно-дренажная сеть предназначена для борьбы с заболачиванием и засолением земель, понижения уровня и отвода грунтовых вод, если они залегают близко к поверхности.

Сбросная сеть. Расположение сбросной сети в плане соответствует рельефу местности и направлению оросительных каналов. Сбросные каналы чаще всего параллельны оросительным. Их, как правило, устраивают открытого типа глубиной 1 — 1,5 м.

Для каналов сбросной сети устанавливают следующие расчетные расходы:

а) аварийные сбросы — половина нормального расхода воды в канале в месте аварийного сброса;

б) концевые сбросы — половина нормального расхода воды в оросительном канале в хвостовой части;

в) водосбросные каналы — не более 30% суммы нормальных расходов одновременно действующих оросительных каналов, сбрасывающих воду в данный водосбросной канал.

Дренажная сеть. Дренажная сеть на оросительных системах может быть открытой в виде глубоких каналов и закрытой, в которой вместо каналов заложены дренажные трубы. Иногда применяется вертикальный дренаж, когда

вода из скважин откачивается глубинными насосами.

Открытый горизонтальный дренаж представляет собой систему взаимосвязанных, заложенных на определенной глубине и определенном расстоянии друг от друга открытых горизонтальных каналов — дрен и коллекторов (рис. 15).

При расчете горизонтального дренажа с учетом гидрогеологических условий С. Ф. Аверьянов выделяет две основные схемы:

1) более или менее однородный грунт, иногда большой мощности, залегающий на значительно менее проницаемом грунте;

2) однородный грунт, подстилаемый водоносным напорным пластом.

В первом случае источник питания — инфильтрация (рис. 16, а). Во втором к инфильтрационному питанию прибавляется глубинное подпитывание, определяемое или напором водоносного пласта H , или модулем притока напорных вод q (рис. 16, б).

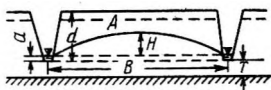


Рис. 15. Схема открытого горизонтального дренажа:

A — уровень залегания грунтовых вод до устройства дренажа; H — превышение горизонта воды в междуренье над горизонтом воды в дренажах; B — расстояние между дренажами; T — расстояние между водоупором и дном дрены; a — глубина воды в дрене.

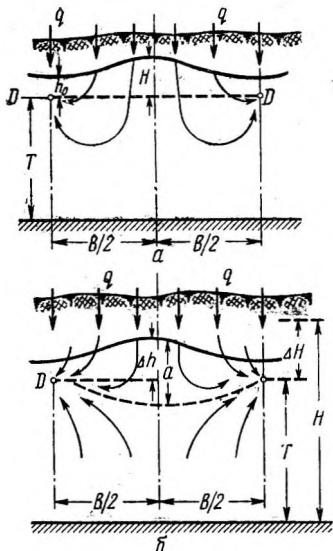


Рис. 16. Схема отвода грунтовых вод горизонтальным дренажем :

a — при наличии инфильтрационного питания и конечной глубине залегания поверхности водоупора; *б* — при совместном питании инфильтрационными и напорными водами.

ствами большое заглубление дрен неэффективно.

Схема движения грунтовых вод к открытой дрене показана на рисунке 17.

По данным некоторых исследователей, из общего расхода воды в открытой дрене более 70—80% поступает через дно и лишь оставшая часть через откосы.

На подверженных значительному засолению грунтах с большой энергией капиллярной деятельности коллекторы и дрены нужно устраивать глубокими: дрены глубиной 2,5—3,5 м, коллекторы — 4—5 м. На тяжелых грунтах с плохими и очень плохими фильтрационными и водоподъемными свой-

На орошаемых подверженных засолению землях для различных почвогрунтов и условий среднегодовая величина модуля дренажного стока составляет 0,15—0,25 л/сек с 1 га, а в период промывок — до 0,5—0,8 л/сек.

Расстояние между дренами зависит от глубины и скорости понижения грунтовых вод, то есть от коэффициента фильтрации, наличия водоупора почвогрунтов и ряда других факторов.

Для установления расстояний между дренами при залегании дрен на водоупоре и при глубоком залегании водоупора существует ряд теоретических формул.

Формула Кене для залегания дрен на водоупоре ($T=0$) имеет вид:

$$B=2\sqrt{\frac{K}{q}(H^2-h^2)},$$

где K — коэффициент фильтрации, м/сутки;
 q — приток грунтовых вод, л/сек с 1 га;

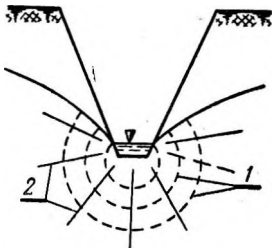


Рис. 17. Схема движения грунтовых вод к открытой дрене:

1 — линии равного напора; 2 — линии токов.

H — превышение поверхности грунтовых вод посередине между дренами над поверхностью водоупора;

h — глубина воды в дрене.

Формула В. В. Ведерникова для очень глубокого залегания водоупора ($T = \square\square\square\square\square$). то есть при $\frac{T}{B} > 3$ и диаметре дрены больше критического $d > d_{кр}$:

$$B = \frac{\pi H \left(\frac{K}{q} - 1 \right)}{\ln \frac{K}{q}},$$

где π — периметр дрены;

H — то же, что и в формуле Кене;

\ln — натуральный логарифм.

Критический диаметр $d_{кр} = 0,2 \frac{Q}{K}$, где Q — приток воды к дрене с двух сторон; $Q = qB$. Для этого же случая формула Аверьянова — Цюй -Синее:

$$B = \frac{\pi K H}{q \ln \frac{2B}{\pi \sqrt{2dH}}}$$

В таблице 17 приведены рекомендуемые различными авторами расстояния между дренами.

Т а б л и ц а 17

Расстояния между дренами

Почвогрунты	Коэффициент фильтрации, м/сутки	Расстояние между дрена- ми, м
<i>Н. А. Беседнов, глубина дрен около 3 м</i>		
Очень тяжелые	< 1	< 200
Тяжелые	1—2	200—250
Средние	3—5	300—400
Легкие	6—10	450—550
Очень легкие	> 10	> 550
<i>С. Ф. Аверьянов, при $T = \infty$ и глубине дрен 3 м</i>		
Тяжелые суглинки	< 0,5	< 300
Суглинки, тяжелые супеси	1—3	350—500
Легкие суглинки, супеси	3—10	> 500

Открытый горизонтальный дренаж имеет ряд существенных недостатков:

1) быстро заиляется и зарастает сорной растительностью, деформируется;

2) открытые дренажи и коллекторы занимают большую полезную площадь, мешают механизации сельскохозяйственных работ.

Более эффективным является закрытый горизонтальный дренаж.

Закрытый горизонтальный дренаж представляет собой сеть горизонтально проложенных на определенной глубине водоотводных труб. Трубчатый дренаж более распространен, чем каменный и фашинный.

Для закрытого горизонтального дренажа остаются в силе основные рекомендации в отношении глубины дрен и расстояния между ними, принятые для открытого дренажа.

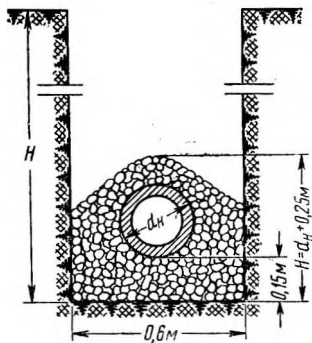


Рис. 18. Схема укладки дренажных труб в относительно плотных грунтах.

Основание для труб устраивают в зависимости от свойств грунта. Обычно трубы укладывают на гравийную подстилку толщиной 15—30 см (рис. 18).

Диаметр труб подбирают, принимая во внимание условия работы и модуль дренажного

Трубчатый дренаж в зависимости от местных условий можно применять из гончарных, асбестоцементных, бетонных, железобетонных труб и из труб других материалов, обладающих достаточной прочностью.

Основание для труб устраивают в зависимости от свойств грунта. Обычно трубы укладывают на гравий-

стока. Диаметр для начальных дрен 12—15 см, групповых — 20—25 см, коллекторов — до 50 см.

Вода в трубы поступает через зазоры стыков или отверстия, устраиваемые в трубах,— круглые и щелевые (пропилы).

Через 150—200 м на дренах устраивают смотровые колодцы из бетонных труб для контроля за работой дренажа, а также для удаления из дрен наносов.

При строительстве закрытого дренажа применяют различные дренаукладчики (Д-251, Д-301 и др.).

Производительность дренаукладчика 350—400 м в смену. Его обслуживают три человека.

Проектные уклоны дрен, намеченные исходя из гидрогеологических требований, следующие: постоянных открытых дрен — 0,0005; трубчатых дрен диаметром 50—100 м — 0,002; диаметром 125—200 мм — 0,0015; диаметром более 200 мм — 0,001; кротовых дрен — 0,002.

Вертикальный дренаж выгоден на землях, подстилаемых галечниковыми аллювиальными отложениями.

Колодцы вертикального дренажа оборудуют обсадными трубами диаметром 70—90 см. Внутри скважин устанавливают фильтровые трубы диаметром 40—50 см. Пространство между обсадными и фильтровыми трубами

заполняют гравием (фракции 5—15 мм), после чего обсадные трубы извлекают.

Большую часть фильтра располагают в водоносном пласте.

Откачка воды из колодцев ведется с глубины 6—80 м особыми глубинными насосами, установленными внутри фильтровых труб.

Расстояние между колодцами зависит от водопроницаемости грунтов, дебита и радиуса действия каждого колодца и может быть от 0,7 до 1,5 км.

Глава II

Орошение и почвы

Орошение резко изменяет направление почвенных процессов, поэтому гидротехник обязан знать о тех изменениях, которые вызывает в почве оросительная вода, и в конкретных условиях своего хозяйства направлять эти процессы в нужную сторону.

Необходимо следить за тем, чтобы поливные нормы не превышали расчетных в заданном слое почв. В противном случае поливные воды пойдут на пополнение грунтовых вод, подъем которых выше критического уровня зачастую приводит к засолению и заболачиванию земель.

Знание водно-физических и физико-химических свойств почв и подстилающих пород территории хозяйства (эти данные обычно приводятся в пояснительной записке к проекту орошения) позволит применять оптимальные поливные нормы, которые дадут возможность получать высокие урожаи сельскохозяйственных

культур и не будут способствовать проявлению отрицательных процессов в почве.

В этой главе приводятся краткие справочные данные по физико-механическим, водно-физическим и химическим свойствам почв, рассмотрены влияние на них орошения и мероприятия по повышению плодородия засоленных почв.

Понятие о почве

Почвой называется поверхностный слой земной коры, обладающий плодородием.

Почва состоит из трех фаз: твердой, включающей в себя органическое вещество (перегной) и минеральную часть (кварц, полевые шпаты, каолинит, монтморрилонит и др.), жидкой (вода с растворенными в ней веществами) и газообразной — почвенного воздуха.

Почвенный покров формируется в результате совместного действия шести факторов почвообразования: климата, растительности и животных организмов, материнской породы, возраста страны, рельефа местности, деятельности человека.

Плодородие — это способность почвы непрерывно обеспечивать растения водой и питательными веществами для получения урожая.

Наиболее плодородными почвами считают такие, которые имеют большую мощность гумусовых горизонтов с высоким содержанием перегноя, азота, фосфора, калия и достаточным количеством для растений кислорода, кальция, магния, серы, железа, кобальта, марганца, меди, никеля, бора и т. д.

При правильном использовании почвы эффективное плодородие ее постоянно повышается.

Физико-механические свойства почв*. Твердая фаза почвы состоит из минеральных, органо-минеральных и органических частиц различной крупности.

Классификация механических элементов почвы (по В. Р. Вильямсу и Н. А. Качинскому) в зависимости от диаметра механических элементов в мм:

>10	— камни
10—3	— хрящ
3—1	— гравий
1—0,5	— крупный песок
0,5—0,25	— средний песок
0,25—0,05	— мелкий песок
0,05—0,01	— крупная пыль
0,010—0,005	— средняя пыль

* Методы определения физико-механических свойств почв подробно рассмотрены в «Практикуме по мелиоративному почвоведению» С. В. Астапова (Сельхозгиз, М., 1958).

0,005—0,001 — мелкая пыль
 <0,001 — ил
 0,001—0,0005 — грубый ил
 0,0005—0,0001 — тонкий ил
 <0,0001 — коллоиды

Частицы диаметром меньше 1 мм называются мелкоземом. Частицы диаметром от 1 до 0,01 мм называют физическим песком, а меньше 0,01 мм — физической глиной.





Т а б л и ц а 1 8

Классификация почв по механическому составу

(по Н. А. Качинскому)

Название почв по механическому составу	Содержание физической глины (частиц <0,01 мм), %		
	почвы подзолистого типа почвообразования	почвы степного типа почвообразования, красноземы и желтоземы	солонцы и сильно-солонцеватые почвы
Рыхлый песок	0—5	0—5	0—5
Связный песок	5—10	5—10	5—10
Супесь	10—20	10—20	10—15
Легкий суглинок	20—30	20—30	15—20
Средний суглинок	30—40	30—45	20—30
Тяжелый суглинок	40—50	45—60	30—40
Легкая глина	50—65	60—75	40—50
Средняя глина	65—80	75—85	50—65
Тяжелая глина	> 80	> 85	> 65

Определение механического состава почв в поле
(метод раскатывания)

Морфология образца при испытании (вид в поле)	Механический состав
	Шнур не образуется — песок
	Зачатки шнура — супесь
	Шнур, дробящийся при раскатывании, — легкий суглинок
	Шнур сплошной, кольцо, распадающееся при свертывании, — средний суглинок

Морфология образца при испытании (вид в поле)	Механический состав
	Шнур сплошной, кольцо с трещинами — тяжелый суглинок
	Шнур сплошной, кольцо стойкое — глина

С уменьшением размера частиц и увеличением процента их содержания в почве повышаются емкость поглощения, максимальная гигроскопическая влажность, влагоемкость, способность почвы к набуханию, уменьшаются водопроницаемость и аэрация.

Существует приближенный способ определения механического состава почвы непосредственно в поле (по Н. А. Качинскому, табл. 19).

Удельным весом почвы называется вес единицы объема ее твердой фазы или отношение веса твердой фазы к весу равного объема воды.

Влияние механического состава на влагоемкость почвы

Почвы	Полевая влагоемкость, % от объема почвы	Запас воды в слое толщиной 1 м, на 1 га
Песчаные	15—18	1500-1800
Супесчаные	22—24	2200—2400
Суглинистые	25—28	2600-2800
Глинистые	34—38	3400-3800

Величина удельного веса почвы зависит от составляющих почву минералов и количества содержащегося в почве органического вещества. Наибольший удельный вес имеют почвы малогумусные. Обычно он колеблется от 2,2 до 2,9.

Объемным весом почвы называют вес единицы объема сухой почвы с ненарушенным строением. Величина объемного веса почвы зависит от механического и минералогического состава почвы, ее порозности и количества в ней органического вещества. Объемный вес почвы колеблется в среднем от 1 до 1,8. Наиболее распространен объемный вес от 1 до 1,5. Изменение объемного веса одной и той же почвы зависит от плотности ее сложения. С глубиной скважность обычно уменьшается, а плотность и объемный вес увеличиваются.

Порозностью или скважностью почвы называют сумму всех ее пор, заполненных водой и воздухом.

Средняя величина скважности глинистых и тяжелосуглинистых почв составляет 45—60%, средних и легких суглинков — 40—45%, супесчаных— 35—40%, песчаных — 30—35%. Наибольшая порозность наблюдается у структурных, сильно гумусированных почв (целинных черноземов) и наименьшая — у песчаных и оглеенных почв.

Общую порозность определяют по формуле:

$$P = \left(1 - \frac{d_1}{d}\right) 100,$$

где P —общая скважность, %;

d_1 —объемный вес почвы;

d — удельный вес почвы.

Под структурностью почвы понимают способность ее распадаться на отдельные, состоящие из склеенных или сцементированных между собой перегноем и иловатыми частицами механических элементов почвы.

Различают такие структуры почвы:

1) мегаструктуру, или глыбистую (структурные отдельные размером более 10 мм);

2) макроструктуру, или комковато-зернистую (10—0,25 мм);

3) микроструктуру (<0,25 мм).

Комковато-зернистая структура — важнейшее свойство почвы, обеспечивающее благоприятный для растений водно-воздушный и тепловой режим. Способность структурных образований не разрушаться под влиянием текущей воды называется водопрочностью.

Наибольшую ценность в агрономическом отношении имеют структурные водопрочные отдельности размером от 0,25 до 10 мм. Структурные отдельности, возникшие в результате склеивания свежесаженными гумусовыми веществами при участии поглощенных двухвалентных катионов (особенно кальция), наиболее водопрочны. Наличие обменного натрия в почве (солонцеватости) вызывает разрушение почвенных агрегатов.

Структурообразованию и сохранению структуры способствуют своевременная обработка физически спелой почвы, внесение органических удобрений, правильное чередование культур в севообороте, гипсование солонцовых почв.

Водные свойства почв*. Способность почвы вмещать и удерживать в себе воду называется влагоемкостью ее.

В зависимости от того, в какой форме находится вода в почве, различают полную, поле-

* Методы определения водных свойств почв рассмотрены в «Практикуме по мелиоративному почвоведению» С. В. Астапова (Сельхозгиз, М., 1958).

вую, капиллярную и максимальную молекулярную влагоемкость.

Полной влагоемкостью называют количество воды, находящееся в почве в состоянии полного насыщения, когда все поры (капиллярные и некапиллярные) заполнены водой.

Максимальное значение влажности, при котором вода удерживается почвой без стекания называют полевой влагоемкостью.

Зная полевую влагоемкость, можно вычислить норму полива, при которой поливная вода не будет просачиваться глубже расчетного увлажняемого слоя. На величину полевой влагоемкости сильно влияет содержание органического вещества и механический состав почвы.

Внесение органических и органо-минеральных удобрений, а также улучшение обработки почвы способствует повышению ее влагоемкости. Полевая влагоемкость, составляющая 70—80% от скважности почвы, считается благоприятной для развития сельскохозяйственных растений, так как в этом случае наблюдается наилучшее соотношение между влагой и воздухом; полевая влагоемкость, равная 80—90%, — посредственной; свыше 90% — неудовлетворительной.

При плохом воздухообмене (аэрации) почвенного воздуха с атмосферным, что наблюдается при длительном переувлажнении, в

почвах появляются вредные для сельскохозяйственных культур химические соединения (сероводород, метан, закисное железо и др.).

Свойство почвы впитывать воду, передвигать ее по капиллярам и фильтровать под влиянием силы тяжести называется водопроницаемостью.

Различают фазу впитывания воды в почву и фазу фильтрации. Под впитыванием понимают движение жидкой воды по свободным порам под влиянием градиента напора и сил поверхностного натяжения.

Фильтрацией называется движение капельно-жидкой воды в порах, заполненных водой. Такое движение происходит под действием силы тяжести. Скорость впитывания и скорость фильтрации изменяются во времени и зависят от набухания и свертывания почвенных коллоидов, структуры и плотности почвы. Впитывание воды в почву при избытке влаги продолжается до насыщения почвы водой, после чего наступает фаза фильтрации.

Коэффициент фильтрации — это показатель способности почвы или грунта пропускать через себя (фильтровать) воду. Он выражается слоем (расходом) профильтровавшейся в единицу времени воды при градиенте гидростатического напора, равном единице.

Величина коэффициента фильтрации различных грунтов

Наименование грунтов	Коэффициент фильтрации, <i>см/сек</i>
Глина	$< 1 \cdot 10^{-7}$
Суглинок	$1 \cdot 10^{-7} - 1 \cdot 10^{-5}$
Супесь	$1 \cdot 10^{-5} - 1 \cdot 10^{-3}$
Торфянистые грунты . . .	$1 \cdot 10^{-4} - 1 \cdot 10^{-3}$
Мелкозернистый песок . .	$1 \cdot 10^{-4} - 1 \cdot 10^{-3}$
Среднезернистый песок . .	$1 \cdot 10^{-3} - 1 \cdot 10^{-2}$
Крупнозернистый песок . .	$1 \cdot 10^{-2} - 1 \cdot 10^{-1}$
Гравий и галька	$1 \cdot 10^{-1} - 1 \cdot 10$

Для лабораторного определения коэффициента фильтрации служат прибор Тима, трубка Каменского и др. Более точные результаты получаются при полевых исследованиях фильтрационных свойств почвогрунтов методами заливки шурфов и площадок, а также откачками воды из скважин.

Капиллярным движением называется движение воды по узким трубкам или щелевым пространствам (капиллярам) под действием сил поверхностного натяжения. Такое движение всегда происходит в почвогрунтах над уровнем грунтовых вод.

Общие закономерности капиллярного движения воды:

а) высота капиллярного поднятия тем выше, чем меньше диаметр капилляров;

б) в широком капилляре вода поднимается быстро, но на малую высоту, а в узком медленно, но на большую высоту.

В почвогрунтах диаметр капилляров зависит от механического состава почвенной массы.

Засоленные почвы

Засоленными почвами называются такие, которые содержат в поверхностном или более глубоких горизонтах водорастворимые минеральные соли в количествах, вредных для нормального развития растительности.

Эти почвы делятся на два типа — солончаки и солонцы.

Солончаки характеризуются большим содержанием легкорастворимых солей с самой поверхности.

Солонцы содержат легкорастворимые соли на некоторой глубине (20—50 см и глубже), поверхностные слои их промыты и состоят из двух горизонтов: *A* — пепельно-серого цвета (в сухом состоянии), рыхлого, слоеватого и *B* — темно-бурого или темно-буро-коричневого цвета, очень плотного, столбчатого призматиче-

ского или глыбистого строения с большим количеством поглощенного натрия и повышенной щелочностью.

Солончаки без предварительной промывки нельзя использовать для возделывания сельскохозяйственных культур, а солонцы при орошении способны давать довольно высокие урожаи, правда, значительно ниже, чем окружающие несолонцеватые почвы.

По глубине залегания горизонта водорастворимых солей различают следующие категории почв:

глубокозасоленные.....	100—150 см
глубокосолончаковатые.....	70—100 „
солончаковатые	30—70 „
солончаковые.....	5—30 „
солончаки	с поверхности

Состав водорастворимых солей в почвах практически представляет собой, комбинацию трех катионов — Na^+ , Mg^+ , Ca^+ (калийные соли встречаются в засоленных почвах редко) и четырех анионов — Cl^- , SO_4^{2-} , CO_3^{2-} , HCO_3^- .

Водорастворимые соли в количестве 0,3—0,5% от веса сухой почвы являются уже токсичными для растений.

В зависимости от содержания хлоридов и сульфатов в водорастворимых солях различают несколько типов засоления (табл. 22).

Таблица 22

Соотношение Cl' и SO_4' при различных типах засоления

(по Е. Н. Ивановой и А. Н. Розанову)

Тип засоления	Хлоридный	Сульфатно-хлоридный	Хлоридно-сульфатный	Сульфатный
Отношение ионов $\frac{Cl'}{SO_4''}$	>2	1—2	0,2—1	<0,2

Таблица 23

Тип солевого состава	Отношение ионов			
	$\frac{HCO_3'}{Cl', SO_4''}$	$\frac{Cl'}{SO_4''}$	$\frac{HCO_3'}{Cl'}$	$\frac{HCO_3'}{SO_4''}$
Сульфатно-хлоридно-содовый	>1	>1	—	—
Хлоридно-сульфатно-содовый	>1	<1	—	—
Хлоридно-содово-сульфатный	1—0,2	<1	>1	—
Содово-хлоридно-сульфатный	1—0,2	<1	<1	—
Сульфатно-содово-хлоридный	1—0,2	>1	—	>1
Содово-сульфатно-хлоридный	1—0,2	>1	—	<1

Классификация засоленных почв по степени % от веса

Состояние сельскохозяйственных растений средней солеустойчивости	Степень засоления почв	Тип	
		содовый	хлоридно-содовый и содово-хлорианый
		в пределах слоя	
Хороший рост и развитие (выпадов растений нет, урожай нормальный)	Практически не засоленные (или очень слабо засоленные)	<0,10	<0,15
Слабо угнетенные (выпады растений и снижение урожая на 10—20%)	Слабое	0,10-0,20	0,15—0,25
Среднее угнетение (выпады растений и снижение урожая на 20—50%)	Среднее	0,20-0,30	0,25—0,40
Сильное угнетение (выпады растений и снижение урожая на 50—80%)	Сильное	0,30—0,50	0,40—0,60
Выживают единичные растения	Солончаки	> 0,50	>0,60

**и качеству засоления (для полевых культур)
в сухой почвы**

засоления				
сульфатно- содовый и содово- сульфат- ный	хлоридный	сульфатно- хлорид- ный	хлоридно- сульфатный	сульфатный
водорастворимых солей (сумма солей или плотный остаток)				
0—60 см		в среднем для слоя 0—100		см
<0,15	<0,15	<0,20	<0,25	<0,30
0,15-0,30	0,15—0,30	0,20—0,30	0,25—0,40	0,30-0,60
0,30 - 0,50	0,30-0,50	0,30—0,50	0,40-0,70	0,60-1,0
0,50—0,70	0,50—0,80	0,60-1,00	0,70—1,20	1,0—2,0
>0,70	>0,80	>1,0	>1,20	>2,0

Преобладающий ион в парном названии ставится на второе место. Если в составе водорастворимых солей есть сода, то тип засоления устанавливается по данным таблицы 23.

О том, как влияют водорастворимые соли на рост и развитие полевых культур, можно судить по данным таблицы 24.

Солончаки

В практике различают пухлые, мокрые и черные солончаки.

Они отличаются друг от друга по внешним морфологическим признакам. Так как внешний вид солончака тесно связан с его химическим составом, то по нему можно предварительно в поле определить характер засоления почвенного покрова.

Пухлые солончаки характеризуются тем, что поверхностный горизонт (мощностью иногда до 5—7 см) представляет собой совершенно сухую, рыхлую, пылеватую массу, в которой при ходьбе тонет нога. Такой горизонт образуется при наличии в почве большого количества хлористого и главным образом сернокислого натрия, который, кристаллизуясь с частицами воды (в форме $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$), иссушает и механически разрыхляет почву. Та-

ким образом, пухлые солончаки преимущественно сульфатные.

Мокрые солончаки внешне отличаются от пухлых тем, что не имеют верхнего рыхлого слоя. Наоборот, поверхность их обычно плотная, связная, сырая, часто темного цвета.

В очень сухие периоды на поверхности образуется плотная хрустящая корка, что указывает на то, что в состав солей входит хлористый кальций (CaCl_2) или магниевые соли (MgCl_2 , MgSO_4). Все эти соли характеризуются очень большой гигроскопичностью, поэтому солончак находится постоянно во влажном состоянии.

Черные солончаки напоминают по внешнему виду мокрые, но отличаются от них резко темным цветом поверхности. После дождей и полива на таких солончаках всегда стоят лужи темной жидкости, которая совсем не впитывается в почву, а исчезает лишь в результате испарения. Эти свойства солончака можно объяснить тем, что в состав солей входит сода, которая растворяет гумус почвы и обуславливает темный цвет раствора, а также резко диспергирует почву и делает ее слабо водопроницаемой. Таким образом, черные солончаки являются в известной мере синонимом солончак-содовых.

Солонцы. Чем больше натрия содержится в почвенном поглощающем комплексе, тем в большей степени проявляются неблагоприятные солонцовые свойства почвы (слабая водопроницаемость, набухание и высокая липкость во влажном состоянии, трещиноватость и большая плотность в сухом) (табл. 25).

Т а б л и ц а 2 5

Степень солонцеватости почв по Антипову-Каратаеву

Степень солонцеватости	Содержание Na ⁺ , % от емкости обмена	
	чернозем	каштановые почвы
Несолонцеватые.....	<3	<5
Слабосолонцеватые	3-10	5-10
Среднесолонцеватые . . .	10-20	10-15
Сильносолонцеватые . . .	20-30	15-20
Солонцы	>30	>20

Наиболее широко распространены солонцы в зоне каштановых и бурых почв, меньше — в черноземной.

Первичное засоление почвы. Первичным называется такое засоление почв, которое происходит под влиянием естественнoисторических природных процессов, происходящих на данной территории.

Соли накапливаются в процессе выветривания минералов, выбрасываются при вулканических извержениях, откладываются на дне высыхающих водоемов. Кроме того, соли поступают в почву в виде солевой пыли, переносимой ветром, а также при распаде отмерших растений и павших животных.

Вторичное засоление — процесс ускоренного засоления и превращения незасоленных почв в солончаковые и солончаки в результате искусственного изменения их водносолевого режима. Необходимой предпосылкой этого служит наличие солевых запасов в глубоких толщах почвогрунтов, близко залегающие к поверхности грунтовые или засоленные оросительные воды.

Наиболее часто вторичному засолению предшествует резкое повышение уровня грунтовых вод. Такой подъем происходит в том случае, когда приход воды к грунтовым водам превышает отток, что часто наблюдается при орошении слабо дренированных территорий.

Высота ежегодного подъема грунтовых вод при прочих равных условиях зависит в первую очередь от водопроницаемости толщи грунта и скорости оттока грунтовых вод. Слой воды толщиной в 1 мм, достигший грунтовых вод, при слабом оттоке их может повисить уровень на 3—4 мм.

Классификация солонцов

Тип солонцов по химическому составу	Подтип	Разновидность	Нижние границы горизонта	
			А	В
<i>Лесостепная</i>				
Выщелоченные, мощные и обыкновенные черноземы: солонцы содовые	Луговые	Корковые мелкие, солончакватые	2—5	20—35
	Лугово-степные	Средне-столбчатые	5—15	20-35
	Степные	Глубоко-столбчатые	15—25	35—45
<i>Сухостепная</i>				
Южные черноземы, каштановые почвы: солонцы хлоридно-сульфатные	Луговые	Корковые мелкие солончакватые	3—7	12—15
		Средне-столбчатые	7—15	15-35
	Степные	Глубоко-столбчатые	15—25	35—45

европейской части СССР

Грунтовые воды		Состав солей солонцового горизонта			
глубина от поверхности, м	степень минерализации	HCO_3' , %	сумма поглощенных оснований, м.-экв. на 100 г почвы	поглощенный Na^+ , м.-экв. на 100 г почвы	Na^+ , % от суммы поглощенных оснований

и лугово-степная зоны

2—4	Щелочные, минерализация слабая	0,01—0,3	50	25—35	50—70
4—10	Минерализация средняя	0,1—0,2	35—45	15—20	40—50
Глубже 10	То же	0,05—0,1	25—38	7—10	25—35

зона

2,5—6	Минерализация высокая	0,05—0,1	50	15—20	25—35
6—10	Минерализация средняя	0,03—0,05	40	10—15	25—35
10—16 и глубже	То же	0,03—0,05	25—35	5—7	15—20

Вторичное засоление почв начинает проявляться, когда грунтовые воды достигают критического уровня.

Глубина от поверхности почвы до уровня грунтовой воды, при уменьшении которой растворы, восходящие от грунтовых вод, начинают достигать верхнего горизонта почвы, вызывая ее засоление и гибель культурных несолеустойчивых растений, называется критической глубиной грунтовых вод.

Критическая глубина грунтовых вод зависит от механического и агрегатного состава почвогрунтов, минерализации грунтовых вод, климатических факторов, сельскохозяйственного использования территории (целина, пашня, сельскохозяйственная культура и т. п.).

Практически засоление почвогрунтов суглинистого состава в засушливых областях впервые выявляется при глубине залегания грунтовых вод около 4—5 м, но в этом случае растворы достигают поверхности лишь по самым тонким порам, часто в виде медленно перемещающейся по их стенкам пленочной воды. Засоление в этом случае может быть незначительным. Более активное засоление наблюдается при глубине грунтовых вод 3—4 м. Поднимаясь по капиллярам в верхние, более нагретые летом слои, растворы испаряются, ог-

чего часть солей может выпасть в осадок. Возникает слабое сезонно-обратимое пятнистое засоление.

Таблица 27

Максимальная высота капиллярного подъема грунтовых вод и глубина их залегания от поверхности земли, при которой корнеобитаемый слой не будет засоляться
(В. М. Легостаев)*

Почвогрунты	Максимальная высота капиллярного подъема, см	Глубина залегания грунтовых вод, при которой корнеобитаемый слой почвы не будет засоляться, см
Супесь	100—150	250—300
Легкосуглинистые	150—200	300—350
Среднесуглинистые	200—300	350—450
Тяжелосуглинистые	300—400	450—550
Глинистые.....	400—500	550—650

* Данные таблицы следует рассматривать как ориентировочные, так как скорость проявления процессов засоления почвы находится в тесной зависимости от скорости передвижения воды по капиллярам, минерализации грунтовой воды, ее отточности, литологии почвенно-грунтового профиля, климата и т. п.

При залегании грунтовых вод на - глубине 2—3 м растворы достигают верхних слоев через большое количество капилляров. Размеры соленакопления за летний период возрастают.

Осенне-зимних осадков часто недостаточно для выноса солей из поверхностных горизонтов в нижние. В этом случае развивается крупнопятнистое сезонно-необратимое засоление.

Когда соленые грунтовые воды находятся на глубине 1—2 м и не имеют оттока, засоление почв происходит наиболее интенсивно и проявляется как сплошное.

Оросительные воды. Для оценки минерализации поверхностных и грунтовых вод принята следующая классификация:

пресные при содержании солей		<1	г/л
солончатые	”	1—5	”
слабосоленые	”	5—10	”
соленые	”	10—30	”
сильносоленые	”	30—80	”
рассол	”	>80	”

При минерализации менее 1 г/л вода вполне пригодна для орошения. В случае минерализации от 1 до 5 г/л необходимо знать химический состав воды. Если в воде содержится 1—2 г/л и более соды и хлоридов, то она непригодна для орошения даже на хорошо водопроницаемых почвах. Воду с содержанием солей более 5 г/л использовать для орошения нельзя.

Весьма важный показатель пригодности воды для целей орошения — количественное отно-

шение натрия к кальцию и магнию. Ирригационная характеристика базируется (по А. М. Можейко и Т. К. Воротник) на содержании Na^+ в процентах от суммы всех катионов с тремя градациями: $>75\%$ — весьма опасные по солонцеванию; $66—75\%$ —опасные по солонцеванию; $<65\%$ —не опасные по солонцеванию.

На гумусных плодородных почвах с хорошей водопроницаемостью поливная вода может содержать большее количество солей, чем при тяжелых глинистых маловодопроницаемых.

При прочих равных условиях минерализация поливной воды может быть выше при высокой агротехнике и при наличии во вневегетационный период осадков, промывающих почву.

Растения и соли

Чувствительность к солям различных растений неодинакова (табл. 28). Исследованиями установлено, что с возрастом растений она ослабевает.

Из древесных пород к высокосолеустойчивым относятся: тамариск, лох, черный тополь, карагач, черный саксаул, аморфа, гранат. Средней солеустойчивостью обладают инжир, груша, шелковица, маслина, фисташка, некоторые сорта алычи, белая акация, гледичия, некоторые

Солеустойчивость различных сельскохозяйственных культур

Группа по солеустойчивости	Культура
<p>Наименее солеустойчивые:</p> <p>резко снижают урожай, а некоторые гибнут при засолении 0,1—0,4%</p> <p>Солеустойчивые:</p> <p>выдерживают засоление до 0,4—0,6%, снижая, однако, размеры и качество урожая</p>	<p>Овес, горох, фасоль, бобы, подсолнечник, кукуруза, картофель, огурцы, морковь, чеснок, лен. Из трав: клевер, люцерна (молодая), эспарцет песчаный, тимофеевка луговая</p> <p>Яровая пшеница, ячмень, рожь озимая, просо, сорго, джугара, кунжут, помидоры, лук, брюква, редька, репа, турнепс, хлопчатник, особенно длинноволосистый. Из трав: житняк, костер безостый, ежа сборная, овсяница луговая, мятлик луговой, шадир, райграс</p>
<p>Высокосолеустойчивые:</p> <p>снижая размер и качество урожая, выдерживают засоление до 0,7—1%, а при сульфатном засолении и выше</p>	<p>Ячмень (отдельные сорта), мягкая пшеница, сахарная свекла, кормовая свекла, арбуз, тыква, баклажаны, хлопчатник (отдельные сорта). Из трав: пырей бескорневищный, люцерна (взрослая), люцерна райграс высокой и однолетней, а также солончаковый дикорастущий ячмень, донник белый, волоснец, бескильницы</p>

сорта винограда. Малой солеустойчивостью обладают персиковые и абрикосовые деревья (некоторые сорта их обладают более высокой солеустойчивостью), миндаль, слива, многие сорта яблонь, американский ясень, американский клен, пирамидальные тополя, апельсин, лимон, восточная хурма.

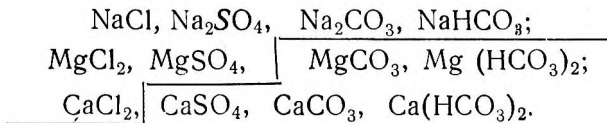
Многие дикорастущие растения настолько солеустойчивы, что часто являются прекрасными показателями степени засоления почв, позволяющими в поле без анализов приблизительно определять характер засоления почвенного покрова (табл. 29).

Т а б л и ц а 29

Содержание солей в почве и солеустойчивость дикорастущих растений (по Б. В. Федорову, 1950)

Степень засоления почвы	Количество хлора в почве, %	Виды растений
Очень слабая	0,01—0,04	Пальчатка, белый донник
Слабая	0,04—0,10	Карелиния, солончаковая лебеда
Средняя	0,10—0,20	Кермек, кохия, полынь приморская
Сильная	0,20—0,30	Сведа, петросимония
Очень сильная	0,30—0,40 и больше	Солянка, кошачья лапка, солерос

По вредности воздействия на растения соли распределяются в следующем порядке:



Соли, расположенные выше черты, — вредные, а ниже — практически безвредные.

Мелиорация засоленных почв

Ликвидировать засоление почв можно различными способами. Способ рассоления почв выбирают в зависимости от природных условий того или иного района. Он должен быть наиболее доступным, дешевым и эффективным.

При слабом сезонно-обратимом пятнистом засолении часто бывает достаточно провести следующие мероприятия:

1) тщательно выровнять территорию (планировка), что позволит поливной воде равномерно распределиться по поверхности поля и промыть ранее засолившиеся места;

2) провести осенне-зимние профилактические влагозарядковые поливы нормой 1200 — 1500 $m^3/га$;

3) соблюдать все правила агротехники и проводить высококачественные, своевременные поливы и рыхления.

При крупнопятнистом засолении также необходимо проводить указанные мероприятия, но нужно еще более строго следить за тем, чтобы уровень грунтовых вод не повышался.

При сильном сплошном засолении почв прибегают к промывкам. При промывках вода проходит сквозь почву, растворяет соли и вымывает их в грунтовые воды. Отток грунтовых вод должен быть обеспечен естественной дренажностью территории или искусственным дренажем.

Практически промывные нормы достигают нескольких тысяч m^3 воды на гектар (табл.30).

Т а б л и ц а 30

**Примерные промывные нормы (И. С. Рабочев)
и количество промывок**

Почвы	Среднезасоленные		Сильнозасоленные	
	нормы промывок, $m^3/га$	количество промывок	нормы промывок, $m^3/га$	количество промывок
Легкие и средние суглинки	2500—3000	2	3000—3500	2-3
Тяжелые суглинки . . .	3000—3500	2-3	4000—5000	3

Техника промывки засоленных земель. Для участка, предназначенного для промывки, составляют карту засоления почв до глубины 1—1,5 м в масштабе 1 : 10 000 или 1 : 5000. На основании этой карты дифференцируют нормы промывки и определяют очередность промывок отдельных частей территории. Участок под промывку тщательно планируют, глубоко вспахивают, боронуют, проводят малование, устраивают чеки и временную оросительную сеть.

На чек воду подают в два приёма. Первая порция должна довести влажность почвы до полевой влагоемкости. В таком состоянии чек оставляют с водой на несколько суток по возможности до полного растворения солей. На легких почвах перерыв в подаче воды может быть 1—2 суток, на средних — 2—3, на тяжелых — 3—5 суток.

После этого для вытеснения раствора солей из слоя почвы воду подают несколько раз, пока содержание солей не достигнет предельно допустимого. Перерывы в подаче воды должны быть меньше в начале промывки и больше в конце.

В первую очередь заливают наиболее сильно засоленные участки. При повторных заливах наряду с сильно засоленными территориями промывают и менее засоленные участки, требующие меньшего количества промывок. По-

следние порции воды подают на весь засоленный массив.

Промывки проводят во время глубокого стояния грунтовых вод и минимального испарения (осенне-зимний период). К концу промывок грунтовые воды должны находиться не ближе 0,5 м от поверхности, а к началу полевых работ — на глубине 1,5—2 м.

Без дренажа промывка почвы возможна в следующих случаях:

а) грунтовые воды залегают глубоко, а ниже 1,5—2 м от поверхности расположен слой хорошо водопроницаемых пород (галечник, песок);

б) грунтовые воды имеют достаточный отток за пределы орошаемого массива и промывные воды удаляются естественным путем.

Случаи промывки почв с дренажем:

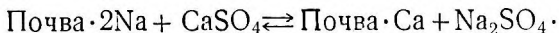
а) минерализованные грунтовые воды залегают близко к поверхности (<2—3 м) и не имеют необходимого оттока, чтобы образовавшийся после промывки подъем (бугор) грунтовых вод мог опуститься к началу полевых работ на достаточную глубину;

б) почвы имеют малую водопроницаемость или очень сильно засолены, так что для промывки требуется очень большое количество воды, которое может вызвать заболачивание почвы, и очень длительные сроки промывки.

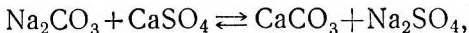
Мелиорация солонцов. Мелиорация солонцов в основном сводится к вытеснению и замене натрия кальцием в почвенном поглощающем комплексе, разрушению и разрыхлению солонцового горизонта и нейтрализации щелочности.

Существуют следующие методы мелиорации солонцов.

Химический — внесение в почву химических мелиорирующих веществ (гипса, извести, хлористого кальция, серы и т. д.). Сущность химического метода мелиорации заключается в замещении поглощенного натрия кальцием и нейтрализации щелочной среды. В результате замещения обменного натрия кальцием понижается щелочность, почвенные коллоиды свертываются (коагулируют), улучшается структура, уменьшается набухание, повышается водопроницаемость. Замещение поглощенного натрия кальцием основано на реакции:



При содержании в солонце соды происходит реакция:



в результате которой резко понижается щелочность.

При гипсовании орошаемых земель на глубокостолбчатых солонцах гипс вносят под плуг.

На среднестолбчатых $\frac{1}{4} - \frac{1}{2}$ всей дозы гипса вносят под плуг и $\frac{3}{4} - \frac{1}{2}$ — на поверхность почвы после вспашки и перемешивают путем боронования или культивации.

На корковых солонцах весь гипс разбрасывают поверхностно после вспашки и перемешивают с пахотным слоем боронованием.

После внесения гипса полю дается влагозарядковый полив.

На неорошаемых землях гипс вносят в пару или под зябь под пропашные или травы.

Гипс для мелиорации почвы следует вносить не на всю площадь, а только на солонцовые пятна.

Агробиологический — система агро мелиоративных мероприятий, которая включает:

а) глубокую мелиоративную обработку почвы, способствующую вытеснению натрия из почвенного поглощающего комплекса и разрыхлению иллювиального горизонта. Вспашка производится плантажным плугом марки П-45-С-36 или специальным плугом марки П-50-П на глубину 35—40 см с доуглублением на 15—20 см;

б) влагонакопление, черные и кулисные пары, снегозадержание, полезащитные лесные

Агромелиоративные

Типы солонцов	Подтипы	Разновидность
		<i>Лесостепная</i>
Северные, выщелоченные, мощные и обыкновенные черноземы— солонцы содовые	Луговые	Корковые мелкие солончаковые
		Среднестолбчатые
	Степные	Глубокостолбчатые
		<i>Сухостепная</i>
Южные черноземы и каштановые почвы солонцы хлоридно-сульфатные	Луговые	Солончаковые, корковые, мелкие
		Среднестолбчатые
	Степные	Глубокостолбчатые

Таблица 31

показатели солонцов

Плантаж для использования подпочвенного гипса	Потребность в дренаже или орошении	Рекомендуемая доза гипса с учетом влияния трав, навоза, поливной воды	
		т/га	кг/м ³

и лугово-степная зоны

-	—	10-15	1-1,5
---	---	-------	-------

—	—	5—10	0,5-1
---	---	------	-------

—	—	2—3	0,2-0,3
---	---	-----	---------

зона

Возможен	Нужен	2—3 с плантажем	0,2-0,3 с плантажем
----------	-------	-----------------	---------------------

Возможен	Иногда нужен	3—5 с плантажем	0,3—0,5 с плантажем
----------	--------------	-----------------	---------------------

—	—	1—1,5	0,1-0,15
---	---	-------	----------

полосы, орошение, способствующие вытеснению натрия из почвенного поглощающего комплекса;

в) увеличение запаса органических веществ в почве (травосеяние, унавоживание), что способствует лучшей растворимости карбоната кальция;

г) удобрение.

Биологический — подбор солеустойчивых и солонцовоустойчивых растений (посев бекманнии, земляничного клевера, житняка).

Выбор метода мелиорации зависит от природы и свойств различных солонцов (табл. 31).

Опыт освоения солонцовых почв показывает, что улучшение солонцов наиболее эффективно только при комплексном воздействии различных приемов мелиорации — механических, химических и биологических, которые составляют единую систему агротехнических мероприятий.

Режим орошения сельскохозяйственных культур

Потребность растений в воде

Вода в жизни растения имеет большое значение. В составе сочных частей растений, листьев, молодых стеблей, цветов и плодов содержится до 80—90% воды, а в корнях 70—80% от общего веса. Из всей поглощенной почвенной влаги растением усваивается лишь 0,01—0,3%. Остальная часть теряется на транспирацию и испарение с поверхности земли. На построение ткани растения, формирование запасных питательных веществ, на испарение с листовой поверхности расходуется большое количество воды: с одного гектара посевов пшеницы 2,5—3 тыс. m^3 воды, кукурузы — 5—6 тыс. m^3 воды, риса — 6—7 тыс. m^3 . В процессе транспирации охлаждаются ткани растений, и этим предотвращается вредный для них перегрев.

Почвенная вода может быть в различных формах — свободная, связанная и парообразная.

Свободная вода в крупных порах, называемая гравитационной, наиболее доступна для растений, но в связи с тем, что она стекает за пределы корнеобитаемого слоя или переходит в другое состояние, не имеет большого значения для водопотребления растений.

Вода в более мелких, волосных порах, называемая капиллярной, доступна растениям.

Парообразная вода почвы непосредственно не используется растениями, но она, передвигаясь от теплых слоев почвы к холодным, может превращаться в другие формы воды.

Количество воды в почве зависит от соотношения капиллярных и некапиллярных пор.

Чтобы добывать из почвы воду, растения развивают мощную корневую систему: люцерна и свекла имеют корни глубиной до 3—5 м; пшеница и кукуруза — до 2 м; просо, горох и овощные — около 1 м. Однако основная масса корней сосредоточена на значительно меньшей глубине почвы: у однолетних растений — в верхней половине корнеобитаемого слоя, у многолетних трав — в верхней трети, у древесных растений — примерно в верхней четверти.

Ту часть корнеобитаемого слоя, в которой сосредоточено наибольшее количество физиологически деятельных корневых ответвлений, принято называть активным слоем почвы. Глуби-

на активного слоя изменяется в зависимости от фаз развития растений.

При проведении вегетационных поливов влажность активного слоя в почве поддерживается на заданном уровне. Слой почвы, расположенный ниже активного слоя, увлажняется допосевными влагозарядковыми поливами. Для нормального развития корней и наземной части растения влага и воздух в почве должны находиться в определенных соотношениях.

Для роста луговых трав в почве должно содержаться около 6—10 объемных процентов воздуха, для пшеницы, овса — 10—15, для корнеплодов— 15—20 и т. д.

Переувлажнение почвы, а следовательно, недостаточный приток воздуха в почву ведет к замедленному росту растения и даже к его гибели. Если нижние горизонты корнеобитаемой зоны подтапливаются грунтовыми водами, корни быстро отмирают из-за отсутствия кислорода. Различные культуры по-разному реагируют на затопление.

Летом при случайном затоплении сбросными водами люцерна погибает через 2—3 дня, а при весеннем затоплении холодной водой выдерживает 10 дней и более. Кукуруза в период выметывания метелок выдерживала затопление до 20 дней. Картофель же не выдерживает затоп-

ления более 8 часов, а в жаркие дни чувствительность к затоплению еще выше.

Кратковременное затопление сахарной свеклы вызывало отмирание нижней части корня и последующее отрастание новых боковых корней.

Все сельскохозяйственные культуры оказываются более чувствительными к затоплению на солонцовых почвах и лучше переносят его в более поздние фазы развития.

Поступление в растение почвенной влаги и растворенных в ней питательных веществ происходит благодаря сосущей силе клеток корневых волосков

$$S=P-T,$$

где P — осмотическое давление клеточного сока;

T —тургорное давление клетки.

Общий запас воды, доступной растениям, определяется разностью между полевой влагоемкостью и влажностью завядания.

Запас влаги в почве, соответствующий полевой влагоемкости, определяется по формуле:

$$W_{п.в} = 100H\alpha\beta_{п.в} \text{ м}^3/\text{га},$$

где $W_{п.в}$ —максимальный запас влаги в почве после полива напуском или затоплением, $\text{м}^3/\text{га}$;

H — расчетный слой почвы, м;

α — объемный вес почвы, средний для слоя H ;

$\beta_{п.в}$ — полевая влагоемкость почвы (средняя для слоя H), % к весу сухой почвы.

Если значение полевой влагоемкости выражено в объемных процентах (в % от скважности) и известна величина скважности, то запас влаги в почве после полива, соответствующий полевой влагоемкости, составит:

$$W_{п.в} = HA\gamma \text{ м}^3/\text{га},$$

где A — скважность почвы, %;

γ — полевая влагоемкость, % от скважности.

Влажность завядания близка к полуторной или двойной максимальной гигроскопичности почвы и зависит от механического состава почвы: на супесях она составляет 1—3%, на суглинках —3—10%, на глинистых почвах—10—15%.

Период наибольшего потребления сельскохозяйственными растениями почвенной влаги нередко приходится на фазы цветения и начального развития завязи. К концу вегетации потребление влаги растениями убывает.

Расход почвенной влаги на транспирацию и почвенное испарение составляет суммарное

водопотребление. Суммарное водопотребление за период вегетации данной культуры, отнесенное к единице полученного урожая, называется коэффициентом водопотребления. Он показывает, сколько единиц воды израсходовано почвой и растением на создание одной весовой единицы урожая.

Коэффициент водопотребления изменяется в зависимости от агротехники и метеорологических условий.

По почвенно-климатическим условиям огромная территория Нижнего Дона, Нижнего Поволжья и Северного Кавказа условно разделена на шесть зон (по данным Укргипрводхоза):

I зона — Нижнее Поволжье (Астраханская область) до Верхнего Баскунчака, восточная часть Калмыцкой АССР;

II зона — Нижнее Поволжье от Верхнего Баскунчака до Волгограда, центральные районы Калмыцкой АССР;

III зона — западная часть Волгоградской области, восточные районы Ростовской области и Ставропольского края, северо-восточные районы Дагестанской АССР;

IV зона — северные, юго-восточные районы Ростовской области, северные и северо-восточные районы Ставропольского края, северные районы Чечено-Ингушской АССР, восточные

районы Кабардино-Балкарской и Северо-Осетинской АССР, северо-восточные районы Дагестанской АССР;

V зона — приазовские и южные районы Ростовской области, северные и центральные районы Краснодарского края, северо-западные районы Ставропольского края, центральные и юго-восточные районы Дагестанской АССР;

VI зона — южные районы Краснодарского и Ставропольского краев, предгорные районы автономных республик Северного Кавказа.

Климатические особенности зон увлажнения приведены в таблице 32.

Т а б л и ц а 3 2

Климатическая характеристика зон увлажнения

Зоны	Осадки, мм		Сумма температур выше 10° С	Продолжительность периода с температурой воздуха 5°С, дней
	за год	за IV—IX месяцы		
I	175	104	3519	216
II	256—298	163	3240—3473	202—217
III	334—371	213—240	3154—3902	193—224
IV	400—481	244—307	3033—3547	192—261
V	430—596	210—327	3193—3485	216—244
VI	Более 600	330 - 504	3337—3385	217—243

Коэффициент водопотребления сельскохозяйственных культур, м³/т

Культуры	Зоны				
	I—II	III	IV	V	VI
Яровая пшеница . .	95	95	90	85	70
Озимая пшеница . .	135	110	90	75	65
Яровой ячмень . . .	95	90	80	70	60
Зернобобовые . . .	120	120	100	95	85
Кукуруза на зерно .	100	90	70	60	50
Кукуруза на силос .	9	8	6	5	4,5
Сахарная свекла . .	19	19	12	10	8
Многолетние травы .	90	75	60	55	45
Ранний картофель .	20	21	19	18	15
Овощи.....	25	26	23	19	15
Кукуруза на силос пожнивная	13	14	10	9	8
Горох с озимой пше- ницей на корм . .	10	9	8	7	6
Виноградники . . .	70	65	55	50	38
Сады.....	90	80	70	65	55

Коэффициенты водопотребления сельскохозяйственных культур по данным ЮжНИИГиМ и ВНИИГиМ по зонам увлажнения приведены в таблице 33.

Оросительная норма, или количество воды в $m^3/га$, подаваемое за весь период вегетации для культуры, может быть определена:

а) на основании опытных данных научно-исследовательских учреждений и практических данных, взятых из опыта передовиков орошаемого земледелия;

б) путем теоретического расчета по заданной плановой урожайности, по коэффициенту водопотребления и количеству осадков, используемых растениями.

Общая потребность в воде определяется следующими факторами:

почвенными и гидрогеологическими условиями орошаемого участка (плодородие почвы, глубина залегания и степень минерализации грунтовых вод);

агротехническими условиями (севооборот, обработка почвы, система удобрений и система ухода за растениями);

погодными условиями (количество осадков, тепла и света, аэрация почвы, влажность воздуха, ветер).

Величину оросительной нормы той или иной культуры в зависимости от плановой урожай-

ности, коэффициента водопотребления и степени использования осадков и грунтовых вод можно определить по формуле:

$$M_{\text{нетто}} = UK_{\text{в}} - 10P_1M_1 - 10P_2M_2 - 10P_3M_3 - W_{\text{гр}},$$

где $M_{\text{нетто}}$ — оросительная норма нетто, $m^3/га$;

U — плановый урожай культуры, $t/га$;

$K_{\text{в}}$ — коэффициент водопотребления культуры, m^3 на 1 т урожая;

P_1 — осадки за вегетационный период, $мм$;

M_1 — коэффициент использования осадков вегетационного периода;

P_2 — осадки теплого невегетационного периода, $мм$;

M_2 — коэффициент использования осадков теплого невегетационного периода;

P_3 — осадки холодного периода, $мм$;

M_3 — коэффициент использования осадков холодного периода;

$W_{\text{гр}}$ — количество воды, используемое растениями из запаса грунтовых вод, $m^3/га$.

Естественная водообеспеченность сельскохозяйственных культур определяется количеством

полезных осадков, выпадающих за вегетационный и осенне-зимний периоды среднесухого года (75% обеспеченности).

Коэффициент использования осадков вегетационного периода во всех зонах увлажнения в среднем равен 0,7, весенне-зимнего периода от 0,4 до 0,5 со следующим распределением по зонам: I, II — 0,5; III, IV, V — 0,45; VI — 0,4.

Полезно используемые осадки по периодам для основных сельскохозяйственных культур приведены в таблице 34.

Оросительные нормы в зависимости от плановой урожайности определены методом воднобалансовых расчетов по формуле А. Н. Костикова. Расходную часть водного баланса составило общее водопотребление сельскохозяйственной культуры, а приходную — полезно используемые осадки вегетационного и осенне-зимнего периодов.

Средние по зонам увлажнения оросительные нормы основных сельскохозяйственных культур приведены в таблице 35.

В последние годы предложено немало способов расчета суммарного расхода воды: по сумме температур за вегетационный период растения, по величине суммарной солнечной радиации и длительности солнечного освещения, по тепловому балансу и др. Эти способы позволяют при отсутствии экспериментальных данных

Осадки, полезно используемые для сельскохозяйствен-

Культуры	Зоны			
	I		II	
	периоды			
	осенне-зимний	вегетацион- ный	осенне-зимний	вегетацион- ный
Яровая пшеница	30	22	46	26
Озимая пшеница	20	35	34	65
Яровой ячмень	30	22	44	26
Зернобобовые.....	30	22	44	26
кукуруза на зерно	3 0	3 2	4 4	5 5
Кукуруза на силос	3 0	2 5	4 4	3 8
Сахарная свекла	30	34	44	56
Многолетние травы . . .	30	50	44	68
Ранний картофель	3 0	2 2	4 4	2 6
Овощи.....	30	50	44	68
Кукуруза на силос пож- нивная		14		33
Горох с озимой пшеницей	20	28	34	48
Виноградники	30	34	44	56
Сады.....	30	50	44	68

Таблица 34

ных культур, мм (год 75%-ной обеспеченности)

Зоны							
III		IV		V		VI	
периоды							
осенне-зимний	вегетационный	осенне-зимний	вегетационный	осенне-зимний	вегетационный	осенне-зимний	вегетационный
53	47	62	65	77	69	84	114
42	95	48	112	67	133	61	211
53	47	62	65	77	69	84	114
53	47	62	65	77	69	84	114
53	80	62	94	77	108	84	184
53	61	62	80	77	81	84	184
53	85	62	104	77	124	84	202
53	104	62	121	77	144	84	236
53	47	62	65	77	69	84	114
53	104	62	121	77	144	84	236
—	52	—	56	—	62	—	91
42	75	48	88	67	99	61	148
53	85	62	104	77	124	84	202
53	104	62	121	77	144	84	236

Оросительные нормы сельскохозяйственных культур, м³/га

Культуры	Зоны					
	I—II	III	IV	V	VI	
Яровая пшеница	2500	2400	2010	2050	1300	
Озимая пшеница	3630	3075	2500	1880	1125	
Яровой ячмень	2460	2300	1960	1830	1150	
Зернобобовые	2460	2000	1480	1530	1150	
Кукуруза на зерно	4630	4050	3660	3100	2100	
Кукуруза на силос	4400	3800	2980	2460	1925	
Сахарная свекла	5660	4450	4180	3210	2000	
Многолетние травы	6160	5150	4460	4150	2950	
Ранний картофель	3060	2650	2560	2260	1550	
Овощи	6460	4250	3995	3380	2375	
Кукуруза на силос пож- нивая	3300	3025	2700	2530	2425	
Горох с озимой пшени- цей на корм	2300	1700	1500	1200	750	
Виноградники	4330	3800	3030	2710	1975	
Сады	4360	3225	2750	2580	1800	

о водном балансе найти величину суммарного водопотребления.

В результате поливов в почве создается необходимый запас почвенной влаги, чтобы в критические периоды растения не испытывали водного голодания. Достаточные запасы влаги в почве должны быть и в другие периоды жизни растений, так как от этого зависит высота урожая.

Глубину промачивания почвы назначают в зависимости от характера распределения корневой системы, то есть величину поливной нормы дают с учетом активного слоя почвы, который у овощных и картофеля принимают 0,4—0,6 м, у зерновых и технических — 0,8—1 м и у садов и виноградников—1—1,2 м.

Для расчета поливной нормы пользуются формулой:

$$m = \alpha H (\beta_{п.в} - r) 100,$$

где m — поливная норма, $м^3/га$;

α — объемный вес почвы;

H — расчетный слой почвы, $см$;

$\beta_{п.в}$ — полевая влагоемкость, % от веса сухой почвы;

r — влажность почвы перед поливом, % от веса сухой почвы.

Величину поливной нормы, полученную по этой формуле, увеличивают на 10—15%, чтобы

покрыть потери воды (на испарение, фильтрацию и т. п.) во время полива.

При периодических поливах влажность активного слоя почвы колеблется от допустимого минимума (предполивная влажность почвы) до максимума (послеполивная влажность).

На протяжении вегетационного периода в соответствии с потребностями растений дается несколько поливов. Общее количество воды, подаваемое на гектар несколькими поливами, составляет оросительную норму.

По своему назначению поливы могут быть: влагозарядковыми, предпосевными, промывными, подпитывающими, посадочными, вегетационными, подкормочными, освежительными и др.

Влагозарядковые поливы проводят осенью до посева однолетних сельскохозяйственных культур или в позднеосенний период для многолетних культур (люцерна, сады, виноградники и др.). Основная задача влагозарядки— увлажнить корнеобитаемый слой почвы и подпочвы и создать запас влаги, достаточный для хорошего развития культур.

Влагозарядковые поливы обычно дают очень большой нормой (1000—2000 m^3/ga) при глубоком залегании грунтовых вод и малопроницаемых почвах. На просадочных почвах и на уча-

ствах с близкими к поверхности грунтовыми водами не рекомендуется давать влагозарядковые поливы большими нормами, а достаточно дать полив небольшой нормой (но не более $600 \text{ м}^3/\text{га}$) дождевальными машинами. В том случае, когда вспашка после уборки предшествующей культуры получается глыбистая, влагозарядковый полив целесообразно дать перед вспашкой. В связи с тем что влагозарядковые поливы проводят в осенний и даже в зимний период, когда прекращаются поливы, оросительный период увеличивается дополнительно на 2—3 месяца.

Предпосевными поливами увлажняют пахотный слой почвы для своевременного получения всходов и лучшего развития растений в начальный период. Предпосевные поливы получили большое распространение и имеют важное значение для летних посадок картофеля, повторных и пожнивных посевов.

Посадочные поливы применяют главным образом в овощеводстве при рассадной культуре для улучшения приживаемости и начального развития растений, а также при безрассадном возделывании (посеве семенами в грунт) для получения всходов.

Подкормочные поливы позволяют более эффективно использовать минеральные и органические удобрения.

Промывные поливы дают способом затопления для того, чтобы освободить почвенный профиль от избытка солей.

В практике орошаемого земледелия существуют различные методы определения сроков полива: по фазам роста, по морфологическим признакам, по влажности почвы, по физиологическим показателям.

На орошаемых землях специалисты часто определяют сроки поливов по морфологическим признакам — изменению окраски листьев, ослаблению тургора в растущих частях растений (при надломе стебля издается разной силы звук), увяданию листьев и др.

Сроки проведения поливов можно определять и по физиологическим показателям — концентрации клеточного сока, сосущей силе и др.

Для определения срока полива по концентрации клеточного сока с нескольких растений в утренние часы (в 10—11 часов) срывают листья с определенного яруса, выжимают ручным прессом сок и с помощью рефрактометра определяют процент содержания сухих веществ.

Например, картофель поливают, когда в клеточном соке листьев содержится 9—10% сухих веществ. Помидоры в начале и в конце вегетации поливают, когда в соке листьев содержится

6,8% сухих веществ, а в середине вегетации — в период массового плодообразования — при содержании сухих веществ 5,5%.

Наибольшее распространение получил способ определения срока полива по влажности почвы. Для этого с помощью бура берут пробы почвы на глубине активного слоя по горизонтам 0—20, 20—40, 40—60, 60—80 см и т. д. и определяют влажность этих проб. На основании многочисленных исследований установлено, что для большинства культур нижний предел влажности почвы, при котором дается очередной полив, составляет 70—80% от полевой влагоемкости.

Для различных фаз развития растений, а также в зависимости от напряженных метеорологических условий и засоленности почв нижний порог влажности почвы, при котором назначают полив, будет различным. Например, для картофеля в период, предшествующий бутонизации, нижний порог влажности составляет 70% от полевой влагоемкости, тогда как в период цветения — образования клубней — 80% от полевой влагоемкости. На засоленных почвах и при высокой сухости воздуха нижний порог влажности принимают 80—85% от полевой влагоемкости.

Наиболее точное время очередных поливов можно определить, если учитывать комплекс

физиологических показателей и влажность почвы.

Под поливным режимом понимают количество поливов, величину поливных норм и наилучшие сроки проведения поливов, при которых обеспечивается наилучшее развитие растений и получение высоких и устойчивых урожаев сельскохозяйственных культур.

Режим орошения должен быть гибким и обеспечивать растения влагой во все периоды роста и развития культуры. В резко засушливые годы оросительную норму и число поливов увеличивают, в более влажные годы уменьшают. Погодные условия определяют не только оросительную норму, но и назначение и сроки поливов.

Дожди при слое осадков до 10—15 мм не влияют на полив, при слое осадков 15—25 мм очередной полив отодвигают на 3—4 дня, а обложные дожди, дающие 30—40 мм, заменяют очередной полив.

Глубина залегания грунтовых вод и их минерализация сильно влияют на величину поливных норм и частоту поливов.

Количество грунтовых вод, подпитывающих корнеобитаемый слой почвы и используемых растениями, зависит от глубины залегания их и степени минерализации, а также от геологических особенностей растений. Для растений с

достаточно глубокой корневой системой (зерновые, пропашные, люцерна, корне- и клубнеплоды, из овощных культур — томаты, баклажаны) примерное количество используемых грунтовых вод приведено в таблице 36.

Т а б л и ц а 3 6

Количество грунтовых вод, используемых растениями,
м³/га

Глубина залегания грунтовых вод, м	Грунтовые воды	
	пресные	слабо минерализованные
1,0	2500	1200
1,5	1500	900
2,0	900	800
2,5	600	400
3,0	200	100

Для овощных культур с поверхностной корневой системой (например, лук, огурцы, капуста) это количество следует уменьшить примерно в 2 раза.

Число поливов и поливные нормы для основных сельскохозяйственных культур по зонам Северного Кавказа и Нижнего Поволжья приведены в таблице 37.

Примерное число и нормы поливов

Культуры	Оросительная норма, м ³ /га	Поливная норма, м ³ /га		Число поливов	
		влагозарядковый полив	вегетационный полив	влагозарядковый	вегетационный
<i>Зона I—II</i>					
Яровая пшеница.....	2800	1400	700	1	2
Озимая пшеница	3800	1800	1000	1	2
Яровой ячмень	2700	1300	700	1	2
Зернобобовые	2600	1200	700	1	2
Кукуруза на зерно	5000	1400	900	1	4
Кукуруза на силос	4600	1400	800	1	4
Сахарная свекла на корм .	6100	1600	800—1000	1	5
Многолетние травы	6200	2200	1000	1	4
Ранний картофель	3300	1200	700	1	3
Кукуруза на силос пожнивная	3400	1400	1000	1	2
Горох с озимой пшеницей на корм.....	2400	1600	800	1	1
Виноградники.....	4500	1800	900	1	3

сельскохозяйственных культур по зонам

Поливной период, суток	Период вегетационных поливов
11	1/X—10/X; 20/V—25/V; 5/VI—10/VI
10	20/VIII—10/IX; 15/V—20/V; 1/VI-5/VI
11	10/X—20/X; 15/V—20/V; 1/VI—5/VI
5-10	15/X—25/X; 10/V—20/V; 20/V—30/V
10	15/X-30/X; 1/VI—10/VI; 20/VI—30/VI; 5/VII—15/VII; 25/VII—5/VIII
10	20/X—30/X; 1/VI-10/VI; 15/VI—25/VII; 1/VII—5/VII; 15/VII—25/VII
10	20/X—30/X; 1/VI—10/VI; 20/VI—30/VII; 20/VII—30/VII; 1/VIII—10/VIII; 20/VIII—30/VIII
10	10/X—20/X; 20/V—30/V; 20/VI—30/VI; 20/VI I—30/VII; 1/VIII—10/VIII; 20/VIII—30/VIII
10	20/X—30/X; 15/V—25/V; 1/VI—10/VI; 20/VI—30/VI
10	10/VII—15/VII; 1/VIII—10/VIII; 20/VIII—30/VIII
10	20/VIII—30/VIII; 10/V—20/V
10—15	1/IX—10/IX; 1/VI—10/VI; 20/VI--30/VI; 10/VII—20/VII

Культуры	Оросительная норма, м ³ /га	Поливная норма, м ³ /га		Число поливов	
		влагозарядко- вый полив	вегетацион- ный полив	влагозарядко- вых	вегетацион- ных
Сады	4400	2000	800	1	3
<i>Зона III</i>					
Яровая пшеница	2700	1300	700	1	2
Озимая пшеница	3400	1400	1000	1	2
Яровой ячмень	2600	1200	700	1	2
Зернобобовые	2100	1400	900	1	1
Кукуруза на зерно	4200	1500	900	1	3
Кукуруза на силос	4100	1500	800—900	1	3
Сахарная свекла на корм	4700	1500	800	1	4
Многолетние травы	5300	1800	900—800	1	4
Ранний картофель	2800	1400	700	1	2
Кукуруза на силос пожнив- ная	3200	1600	800	1	2
Горох с озимой пшеницей на корм	1900	1200	700	1	1
Виноградники	4100	1700	800	1	3
Сады	3300	1700	800	1	2

Поливной период, суток	Период вегетационных поливов
10-15	20/X—30/X; 10/VI—20/VI; 15/VII—25/VII
10-15 10	1/X—10/X; 25/V—30/V; 10/VI—15/VI 20/VIII—10/IX; 15/V—25/V; 1/VI—10/VI
10—11	15/X—25/X; 15/V—20/V; 1/VI—15/VI
10	15/X—25/X; 10/V—20/V
10	20/X—30/X; 5/VI—15/VI; 1/VII—10/VII; 20/VII—30/VII
10	20/X—30/X; 1/VI—10/VI; 20/VI—30/VI; 15/VII—24/VII
10	15/X—25/X; 1/VI—10/VI; 15/VI—25/VII; 15/VII—25/VII; 10/VIII—20/VIII
10	10/X—20/X; 20/V—30/V; 20/VI—30/VI; 20/VI—30/VI; 1/VIII—10/VIII; 1/IX—10/IX
10	15/X—20/X; 5/VI—15/VI; 25/VI—30/VI
10	15/VII—25/VII; 1/VIII—10/VIII; 25/VIII—30/VIII
10	20/VIII—30/VIII; 10/V—20/V
10-15	1/IX—10/IX; 10/VI—15/VI; 1/VII—10/VII
10—15	20/X—30/X; 1/VI—10/VI; 1/VII—10/VII

Культуры	Оросительная норма, м ³ /га	Поливная норма, м ³ /га		Число поливов	
		вагозарядко- вый полив	вегетацион- ный полив	вагозарядко- вых	вегетацион- ных
<i>Зона IV</i>					
Яровая пшеница	2100	1300	800	1	1
Озимая пшеница	2600	1700	900	1	1
Яровой ячмень	2100	1300	800	1	1
Зернобобовые	1600	1000	600	1	1
Кукуруза на зерно	3900	1500	800	1	3
Кукуруза на силос	3100	1500	800	1	2
Сахарная свекла на корм	4400	1500	700—800	1	4
Многолетние травы	4400	1800	800—900	1	3
Ранний картофель	2800	1200	800	1	2
Кукуруза на силос пожнив- ная	2800	1400	700	1	2
Горох с озимой пшеницей на корм	1600	1000	600	1	1
Виноградники	3200	1600	800	1	2
Сады	2800	2000	800	1	1
<i>Зона V</i>					
Яровая пшеница	2100	1300	800	1	1
Озимая пшеница	2000	1200	800	1	1

Поливной период, суток	Период вегетационных поливов
15	10/X-20/X; 25/V—5/VI
10	15/VIII—30/VIII; 15/V—25/V
10	15/X—25/X; 2S/V-5/VI
10	10/X—20/X; 10/V—20/V
10-15	20/X—30/X; 15/VI—25/VI; 1/VII—10/VII; 1/VIII—10/VIII
10	10/x—15/X; 20/VI—30/VI; 10/VII—20/VII;
10	15/X—25/X; 1/VI—10/VI; 10/VI—30/VI; 10/VII—20/V/ II
10—15	5/XI—10/XI; 1./VI—10/VI; 10/VII—20/VII; 15/VIII—25/VIII
10	10/X—20/X; 5/VI—15/VI; 20/VI—30/VI
10	13/VII—15/VII; 25/VII—30/VII; 15/VIII—25/VIII
10	1/IX—10/IX; 10/V—20/V
10—15	20/X—30/X; 10/VI—20/VI; 10/VII—20/VII
10—15	1/X—10/X; 1/VII—10/VII
10	15/X—25/X; 15/V—25/V
10	20/VIII—10/IX; 20/V-30/V

Культуры	Оросительная норма, м ³ /га	Поливная норма, м ³ /га		Число поливов	
		влагозарядко- вый полив	вегетацион- ный полив	влагозарядко- вых	вегетацион- ных
Яровой ячмень	1900	1200	700	1	1
Зернобобовые	1600	900	700	1	1
Кукуруза на зерно	3400	1000	800	1	3
Кукуруза на силос	2600	1000	800	1	2
Сахарная свекла на корм	3600	1200	600	1	4
Многолетние травы	4200	1500	900	1	3
Ранний картофель	2400	1000	700	1	2
Кукуруза на силос пожнив- ная	2700	1000	900	1	2
Горох с озимой пшеницей на корм	1200	1200	—	1	—
Виноградники	2900	1300	800	1	2
Сады	2600	1700	900	1	1
<i>Зона VI</i>					
Яровая пшеница	1400	800	600	1	1
Озимая пшеница	1100	1100	—	1	—

Поливной период, суток	Период вегетационных поливов
10	10/X—20/X; 1/VI—10/VI
10	1/X—10/X; 10/V—20/V
10-15	10/X—20/X; 15/VI—25/VI; 5/VII—15/VII; 5/VIII—15/VIII
10	20/X—30/X; 15/VI—25/VI; 15/VII—25/VII
10	15/X—25/X; 1/VI—10/VI; 20/VI—30/VI; 10/VII— 20/VII; 1/VIII—10/VIII
10	5/X—15/X; 1/VI—10/VI; 10/VII—20/VII; 10, VIII—20/VIII
10	10/X—20/X; 25/V—5/VI; 10/VI—20/VI
10	10/VII—15/VII; 20/VII—30/VII; 15/VIII —25 /VIII
10—15	20/X—30/X; 1/VI—20/VI; 1/VII—10/VII
10—15	10/X—20/X; 1/VII—10/VII
10	10/X—15/X; 15/V-30/V 15/VIII—10/IX

Культуры	Оросительная норма, м ³ /га	Поливная норма, м ³ /га		Число поливов	
		влагозарядко- вый полив	вегетацион- ный полив	влагозарядко- вых	вегетацион- ных
Яровой ячмень	1300	700	600	1	1
Зернобобовые	1200	1200	—	1	—
Кукуруза на зерно	2300	—	700—800	—	3
Кукуруза на силос	2100	—	700	—	3
Сахарная свекла на корм	2200	—	800—700	—	3
Многолетние травы	3100	1000	700	1	3
Ранний картофель	1600	—	800	—	2
Кукуруза на силос пожнив- ная	2600	—	800—900	—	3
Горох с озимой пшеницей на корм	800	800	—	1	—
Виноградники	2000	1200	800	1	1
Сады	1900	1100	800	1	1

Поливной период, суток	Период вегетационных поливов
10	15/X—20/X; 10/V-25/V
—	15/X—20/X
10-11	20/V-30/V; 10/VI—20/VI; 15/VII—25/VII
5-11	20/V—30/V; 10/VI—20/VI; 5/VII—25/VII
10	26/V—30/V; 10/VI—25/VI; 5/VII—15/VII
10—15	20/X—30/X; 1/VI—10/VI; 10/VII—20/VII; 15/VIII—25/VIII
10	20/IV—30/IV; 10/VI—20/VI
10	26/VI—30/VI; 10/VII—20/VII; 1/VIII—10/VIII
10—15	10/X—20/X; 10/VII—20/VII
10—15	10/X—20/X; 1/VI—20/VI

Особенности возделывания сельскохозяйственных культур при орошении

Люцерна. При своевременном орошении и удобрении люцерна способна дать 4—5 укосов с общим выходом сена 100—120 *ц/га*, что соответствует 5200—6240 кормовым единицам и 1088—1632 *кг* переваримого протеина с каждого гектара. Люцерна сохраняет высокую продуктивность в течение 4—5 лет. Однако срок использования люцерны в севообороте не превышает 2—3 лет. Люцерна обогащает почву азотом, улучшает ее структуру, хорошо борется с сорняками.

Для полива люцерны устраивают полосы шириной на захват сеялки (3,6—4,2 *м*). Высота валика не должна быть выше 15 *см*, чтобы избежать высокого среза растений при уборке люцерны.

При летнем посеве люцерны обязательно дают предпосевной полив — перед вспашкой или после нее. Почву прикатывают до посева и после него гладкими катками, чтобы обеспечить дружные всходы семян. Для сохранения влаги после полива поле обрабатывают ротационной мотыгой.

Вегетационные поливы приурочивают к укосам люцерны — после каждого укоса дают полив.

В рисовых севооборотах люцерну можно поливать затоплением чеков при условии хорошей их планировки.

Осенью (как в первый год, так и в последующие) необходимо давать влагозарядковый полив, обеспечивающий хорошее отрастание люцерны весной и получение первого укоса без вегетационного полива. Поливная норма для люцерны: 800—1000 m^2/ga при поверхностном орошении, 500—600 m^3/ga — при дождевании.

Зернобобовые. Зернобобовые культуры (соя, горох, чина, нут и др.) способны усваивать свободный атмосферный азот с помощью клубеньковых бактерий и повышать плодородие почвы. Горох и чина накапливают в почве до 50—100 kg азота на 1 ga , что равносильно внесению 1,5—3 t/ga аммиачной селитры. Такие же культуры, как нут, соя и бобы, в степной зоне без специальной обработки семян нитрагином не усваивают атмосферный азот. Озимый горох и тригонелла (пажитник) образуют большую вегетативную массу, и их можно высевать как сидераты на полях, на которых проводились планировка, промывки и другие мелиоративные работы.

Зернобобовые не отличаются высокой требовательностью к воде, и им обычно дается влагозарядковый полив и один полив к фазе цве-

тения. На участках без влагозарядки дают два полива: первый — в фазе бутонизации, второй — в фазе налива. Vegetационные поливы зернобобовых лучше проводить дождеванием. При поливе по полосам валики делают высотой до 15 см.

Наилучший поливной режим создается при сочетании влагозарядкового и вегетационных поливов дождеванием или по бороздам. Первый вегетационный полив дают при появлении 8—10 листьев кукурузы и в начале фазы бутонизации у сои, второй — в фазе цветения кукурузы. На орошаемых землях имеется возможность получать два урожая в один год, высевая первой культурой раннеспелые зернобобовые культуры (горох, чину, нут и др.), а после их уборки — кукурузу на силос.

Кукуруза. В условиях орошения кукуруза отличается высокой продуктивностью — урожаи зерна достигают 100—150 ц/га, силосной массы — 600—1000 ц/га при густоте стояния не менее 50 тыс. растений на 1 га.

Кукурузу сеют при температуре почвы 10—12°, глубина заделки семян 10 см. Своевременные предпосевные обработки, боронование после посева и по всходам, а также междурядные культивации позволяют надолго сохранить влагу в почве и оттянуть первый вегетационный полив на длительное время. В период появле-

ния 5—6 листьев и последующего роста кукурузы на протяжении 40—50 дней, когда образуется 70% сухого вещества, потребление воды составляет 30—40 m^3/ga в сутки. В том случае, когда не был дан влагозарядковый полив и весна была сухой, задерживается образование узловых корней. Полив в этот период небольшой нормой (лучше дождеванием) с одновременной подкормкой аммиачной селитрой (50 kg/ga) — решающий в развитии растений. Период, начинающийся за 7—10 дней до выбрасывания метелок и продолжающийся до конца цветения, — критический по потребности во влаге (суточный расход воды достигает 70—90 m^3/ga). Воздушная и почвенная засуха может быть причиной неполного оплодотворения и даже бесплодия. В этот период, продолжающийся около месяца, дается 1—2 полива.

При возделывании кукурузы на обычных лиманах (без искусственного наполнения их из оросительных каналов) увлажнение почвы происходит в результате затопления лимана большой нормой. На лиманах, наполняемых из оросительных каналов, дается предпосевной полив (при недостаточных осенне-зимних осадках) или вегетационный — перед выметыванием метелок.

При возделывании кукурузы на крупных чеках мелкого наполнения или поливе по широ-

ким полосам и чекам на пойменных землях дается один полив в фазе выбрасывания метелок поливной нормой в 2—3 тыс. $m^3/га$. Продолжительность стояния воды на чеках не должна превышать 1—2 суток.

Озимая пшеница. В районах Поволжья, на юге Украины, на Северном Кавказе и в других засушливых районах страны для получения дружных всходов и нормального осеннего развития озимой пшеницы необходимо создать оптимальный режим влажности в почве. Это достигается проведением влагозарядкового полива нормой, при которой увлажняется весь корнеобитаемый слой почвы (1—1,5 м). В этом случае повышается зимостойкость пшеницы, а урожаи увеличиваются в 1,5—2 раза. На участках с близким уровнем грунтовых вод его заменяют предпосевным и поливом по всходам с помощью дождевальных машин нормой 400—500 $m^3/га$.

Влагозарядковый полив дают за 7—10 дней до посева, чтобы почва могла к этому времени приобрести пахотную спелость. Если же в хозяйстве имеются большие площади посева озимой пшеницы, полив проводят значительно раньше (за месяц до посева).

На участках с близким залеганием галечника и на просадочных почвах (Ставропольский край и Чечено-Ингушская АССР) осенью дают

полив для всходов. Очень эффективен полив озимой пшеницы ранней весной.

Большое значение для увеличения урожаев озимой пшеницы имеют и вегетационные поливы. Их дают с таким расчетом, чтобы влажность почвы в фазе трубкования, колошения и налива зерна была не ниже 70—80% полевой влагоемкости в активном слое почвы. В зависимости от засушливости года дают 1—2 полива: один в фазе трубкования, а в засушливые годы еще и в период налива.

Яровая пшеница. В период всходов — кущения суточный расход воды одним гектаром яровой пшеницы составляет до 14 м³, в фазу кущения — трубкования повышается до 49 м³ и в период колошения — налива и до молочной спелости удерживается на уровне 71—86 м³, после молочной спелости резко падает. Исходя из этого дают 1—2 вегетационных полива: один — в период кущения, когда закладывают репродуктивные органы, и второй — в период колошения.

В ряде случаев при недостатке осадков в зимне-весеннее время эффективен осенний влагозарядковый полив.

Подсолнечник. Подсолнечник считается самой засухоустойчивой культурой, однако при орошении урожай его повышается в 2—2,5 раза. Суммарное водопотребление подсолнечника

составляет около 2500 м³. Наибольшая часть влаги расходуется растением в течение короткого периода, который начинается за 15 дней до цветения и заканчивается спустя 15—20 дней после цветения.

Учитывая способность подсолнечника развивать глубокую (до 2—3 м) и весьма разветвленную корневую систему, следует проводить осенний влагозарядковый полив. В период вегетации дается 1—2 полива: первый — перед цветением, второй — в фазе налива.

Рис. Семена риса прорастают при температуре не ниже 12—14°, оптимальная температура прорастания около 25°. Рис хорошо переносит высокие температуры (37—40°) и прекращает развитие при температуре 5°. В период кущения в связи с высокой потребностью в кислороде воздуха слой воды на чеке снижают, а иногда и совсем сбрасывают на некоторый срок. В фазе кущения закладываются репродуктивные органы, а в последующий период (до выметывания) быстро нарастает надземная масса и при недостаточном притоке воды и питательных веществ нарушается нормальный процесс развития растений. В фазе цветения и налива зерна также требуется устойчивый приток влаги.

В условиях Северного Кавказа водопотребление риса по периодам составляет: посев — ку-

щение $15 \text{ м}^3/\text{га}$, кущение 42, выход в трубку— колошение 72, колошение — цветение 101, налив 68 и воскование — полная спелость $23 \text{ м}^3/\text{га}$ в сутки.

Рис чувствителен к засолению — в начальный период прорастание семян задерживается, если в почвенном растворе содержится даже 0,2% хлористого натрия, после кущения рис выдерживает засоление до 0,5—0,7%.

Режим орошения риса устанавливают с учетом засоленности почвы, способа посева и степени засорения полей.

На чистых от просянок полях вслед за посевом дают увлажнительные поливы для появления всходов. Это особенно важно при недостатке кислорода в почве, что приводит к изреженности всходов. После появления всходов и образования 2—3 листьев создают слой воды глубиной не более $\frac{2}{3}$ высоты растений риса.

Глубину затопления по мере роста риса увеличивают до 12—15 см. В период кущения слой воды снижают до 2—3 см, после чего его вновь доводят до 15—18 см и на этом уровне поддерживают до конца молочной спелости. Затем подачу воды прекращают и в течение 5—7 дней слой воды на чеках снижают до 3—5 см, а затем остаток воды сбрасывают в сбросную сеть.

Поля, засоренные просянками, после появления всходов риса затапливают слоем воды, превышающим высоту растений на 5—7 см. В зависимости от мощности просянок слой воды может быть доведен до 25—30 см. Через 5—7 дней после затопления, когда погибнут просянки, слой воды снижают до 3—5 см для укрепления всходов риса и лучшего кущения. В дальнейшем водный режим поддерживают таким же, как и в первом случае.

На участках с засоленными и солонцовыми почвами поля затопляют немедленно после посева, а через 5—8 дней воду сбрасывают для удаления растворившихся солей. Затем поля снова затопляют слоем воды, который к моменту кущения снижают до 3—5 см и в последующем повышают до 15 см. Кроме того, устанавливают проточность для водообмена в чеках.

Посевы риса следует размещать на специально построенных рисовых системах, с площадью чеков в среднем 3—4 га и самостоятельной подачей и сбросом воды с каждого чека.

Рис периодического орошения поливают сравнительно небольшими нормами 5—6 раз за вегетацию.

Оросительная норма 4500—6000 м³/га; способ полива — по полосам или по бороздам.

При возделывании риса с периодическими поливами борьбу с сорняками ведут гербицидом Стам-ф-34 — опрыскиванием в сухую погоду в ранние фазы развития.

Сахарная свекла. В районах орошения урожай сахарной свеклы достигает 1000 ц/га и более. Всходы сахарной свеклы переносят кратковременные заморозки до $-4-5^{\circ}$, поэтому высевать ее следует рано, чтобы лучше использовать весенние запасы почвенной влаги. Сеют свеклу при температуре почвы $5-6^{\circ}$ на глубине 5—10 см. Прореживают всходы в период от появления первой пары листьев до третьей.

В течение вегетации сахарная свекла расходует воды более 6000 м³/га. Чтобы обеспечить потребность растений в воде, приходится давать осенний влагозарядковый полив и от 3 до 5 вегетационных поливов, в зависимости от засушливости года.

Водопотребление сахарной свеклы по периодам роста неодинаково. В первый период вегетации с момента появления всходов до начала утолщения корня суммарное водопотребление сахарной свеклы составляет 1200—1500 м³/га, или 20—30 м³/сутки. На участках, получивших влагозарядку, а также при больших зимних и весенних осадках в первый период вегетационные поливы не требуются. Лишь в сильноза-

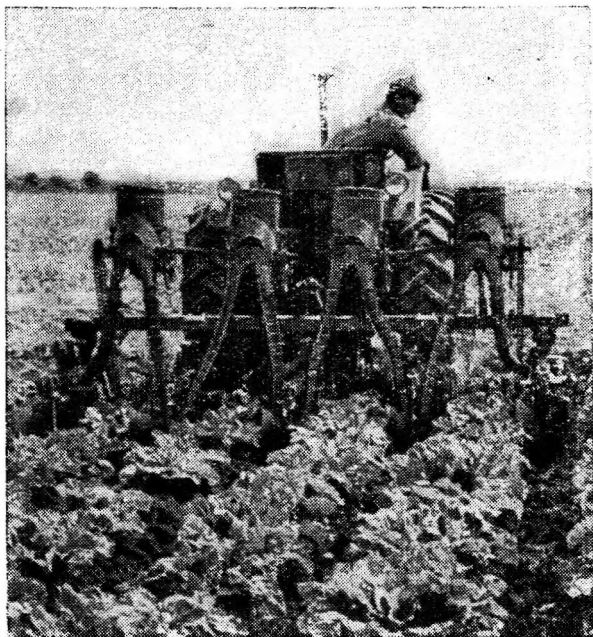


Рис. 19. Нарезка борозд с одновременной подкормкой минеральными удобрениями.

сушливые годы необходимо провести один полив.

Во второй период, когда идет усиленное нарастание листовой поверхности и рост корня, среднесуточное водопотребление сахарной свеклы достигает 70—80 m^3 . Во второй период на участках, получивших поливы, расходуется 4000—5000 $m^3/га$ воды. В этот период требуется провести от 2 до 4 поливов, в зависимости от степени засушливости года. До полного смыкания ботвы в рядах после каждого полива проводят культивацию междурядий (рис. 19).

В третий период — со второй половины августа и до конца вегетации (когда идет накопление сахара)—водопотребление свеклы снова сокращается до 30—50 $m^3/сутки$ и требуются 1—2 полива.

Поливают сахарную свеклу по бороздам или дождеванием.

Кормовые корнеплоды. Кормовая свекла очень отзывчива на орошение: даже один полив нормой 800 $m^3/га$ повышает урожай в 2 раза. Учитывая большие требования ее к воде, необходимо создать запас почвенной влаги к началу вегетации путем проведения осеннего влагоразрядкового полива. Вегетационные поливы дают примерно по той же схеме, что и для сахарной свеклы.

Кормовую свеклу лучше размещать по обороту пласта после однолетних бобовых трав и овощей. Она также может идти второй культурой (пожнивной).

В зависимости от погодных и почвенных условий кормовым корнеплодам дают от 3 до 8 поливов.

Овощные культуры. Овощные культуры наиболее требовательны к воде из всех возделываемых сельскохозяйственных культур, так как содержат до 96% воды. На юго-востоке РСФСР и юге Украины интенсивное овощное хозяйство возможно только в условиях орошения. При установлении поливной нормы исходят из глубины активного слоя почвы, который не превышает 30—40 см для лука, огурцов, редиса, салата, шпината и 60—80 см — для капусты, томатов, баклажанов, перца и столовых корнеплодов. Нормы полива овощных культур зависят также от водно-физических свойств почвы и способов полива.

Кроме поливов, которые дают в период роста и развития растений, большинство овощных культур требует предпосевных поливов для прорастания семян или посадочных для приживаемости рассады.

Все овощные культуры по способности добывать и расходовать воду делят на четыре группы.

Растения первой группы (столовая, сахарная и кормовая свекла) хорошо добывают и интенсивно расходуют воду мощной густой корневой системой, сильно развитой листовой поверхностью. Они используют воду с глубины до 1 — 1,25 м.

Растения второй группы (помидоры, морковь, петрушка и бахчевые) добывают воду на глубине до 0,8 м и экономно ее расходуют благодаря наличию расчлененных и хорошо опущенных листьев, способных сворачиваться в жаркие часы дня и тем самым сокращать транспирацию.

Растения третьей группы имеют маломощную корневую систему на глубину до 0,5 м (капуста, огурцы, салат, редис, шпинат и др.). Листья их плохо защищены от интенсивного испарения и поэтому расходуют воду весьма неэкономно. Эти растения требуют многократных поливов.

Растения четвёртой группы (лук, чеснок) обладают крайне маломощной корневой системой, отличаются недостаточной густотой и медленным отрастанием. В период интенсивного роста требуют высокой влажности почвы, но расходуют сравнительно мало воды, так как имеют очень малую поверхность листьев.

Эти культуры поливают после посадки или посева. В период приживаемости рассады или

получения всходов дают поливы нормой 400—500 $m^3/га$. В последующие периоды нормы увеличивают до 600—700 $m^3/га$.

Потребность овощных культур в воде лучше удовлетворяется при поливах дождевальными машинами — первые посадочные и последующие поливы дают нормой 200—250 $m^3/га$, а когда вегетативная масса хорошо разовьется, поливные нормы увеличивают до 500 $m^3/га$.

В тех хозяйствах, где дождевальных машин недостаточно, применяется комбинированный способ полива: первые два-три полива овощей проводят с помощью дождевальных машин малыми нормами, а последующие — по бороздам большими нормами.

Примерные нормы и сроки поливов овощных культур (при поливе дождеванием) по зонам приведены в таблице 38.

Бахчевые культуры. Арбузы, дыни, тыква являются засухоустойчивыми культурами, однако в засушливые годы без полива дают очень низкие урожаи.

Арбуз и дыня имеют сильно развитую корневую систему: стержневой корень проникает на 80—100 см и глубже, придаточные боковые корни залегают на глубине 10—30 см, но сильно распространяются в стороны — на 3—4 м. Корни хорошо улавливают влагу из верхнего пахотного слоя,

Примерные нормы и сроки поливов овощных культур
(при поливе дождеванием)

Культура	Почвенно-климатические зоны	Число поливов	Сроки поливов	Поливная норма, ж/га
Капуста ранняя	I—II—III	2+10	Посадочные — с 5 по 15 апреля; вегетационные — с 25/IV по 6/VII, через 5—7 дней	300—400 500—600
	IV—V	2+8	Посадочные — с 10 по 20 апреля; вегетационные — с 1/V по 10/VII, через 6—8 дней	300—400 500—600
	VI	2+6	Посадочные — с 1 по 10 апреля; вегетационные — с 20/V по 1/VII, через 7—10 дней	300—400 400—500
Капуста средняя	I—II—III	2+10	Посадочные — с 15 до 25 апреля; вегетационные — с 5/V по 5/VIII, через 7—8 дней	300—400 500—600
	IV—V	2+9	Посадочные — с 20 по 30 апреля; вегетационные — с 10/V по 10/VIII, через 8—10 дней	300—400 500—600

Культура	Почвенно-климатические зоны	Число поливов	Сроки поливов	Поливная норма, $\text{ж}^3/\text{га}$
	VI	2+7	Посадочные — с 15 по 25 апреля; вегетационные — с 5/V по 5/VIII, через 8 — 10 дней	400—500
Капуста поздняя	I—II—III	2+12	Посадочные — с 1 по 10 июня; вегетационные — с 15/VI по 15/IX, через 5 — 7 дней	300—400 500—600
	IV—V	2+10	Посадочные — с 1 по 10 июня; вегетационные — с 15/VI по 15/IX, через 5 — 7 дней	300—400 500—600
	VI	2+8	Посадочные — с 1 по 10 июня; вегетационные — с 20/VI по 15/IX, через 8 — 10 дней	300—400 400—500
Лук при посеве семян в грунт	I—II—III	10—12	С 25/IV по 1/VIII, через 6 — 8 дней	400—500
	IV—V	8—10	С 5/V по 1/VIII, через 7 — 9 дней	400—500
	VI	6—8	С 10/V по 1/VIII, через 8 — 10 дней	400—500

Культура	Почвенно-климатические зоны	Число поливов	Сроки поливов	Поливная норма, $\text{ж}^3/\text{га}$
Томаты	I—II—III	2+8	Посадочные — с 25/IV по 5/V; вегетационные — с 20/V по 25/VIII, через 10—12 дней	300—400 500—600
	IV—V	2+6	Посадочные — с 26/IV по 5/V; вегетационные — с 20/V по 25/VIII, через 12—14 дней	300—400 500—600
	VI	2+5	Посадочные — с 25/IV по 5/V; вегетационные — с 20/V по 25/VIII, через 13—15 дней	300—400 400—500
Перец сладкий, бакла- жаны	I—II—III	2+12	Посадочные — с 1 по 10 мая; вегетационные — с 20/V по 15/IX, че- рез 6—8 дней	300—400 400—500
	IV—V	2+10	Посадочные — с 5 по 10 мая; вегетационные — с 25/V по 10/IX, че- рез 7—9 дней	300—400 400—500
	VI	2+8	Посадочные — с 5 по 10 мая; вегетационные — с 25/V по 10/IX, че- рез 8—10 дней	300—400 400—500

Культура	Почвенно-климатические зоны	Число поливов	Сроки поливов	Поливная норма, м ³ /га
Огурцы ранние	I—II—III	8	1-й полив в бутонизацию 10—20/V; остальные — через 6—8 дней	400—500
	IV—V	6	1-й полив в бутонизацию 20—30/V; остальные — через 8—10 дней	400—500
	VI	4	1-й полив в бутонизацию 15—25/V; остальные — через 10—15 дней	400—500
Огурцы поздние	I—II—III	8	Предпосевной 1—10/VI; вегетационные — через 6—8 дней	400—500
	IV—V	6	Предпосевной полив 25/V—5/VI; остальные — через 8—10 дней	400—500
	VI	4	Предпосевной 1—10/VI; вегетационные — через 10—12 дней	400—500

Культура	Почвенно-климатические зоны	Число поливов	Сроки поливов	Поливная норма, м ³ /га
Звекла столо- вая, морковь, петруш- ка, пас- тернак	I—II—III	5	Первый полив 10—20/V; остальные — через 8—10 дней 10/VIII	600
	IV—V	4	Первый полив 15—25/V; остальные — через 12—14 дней 10/VIII	600
	VI	2—3	Первый полив 15—25/V; остальные — через 14—20 дней 1/VIII	500

Примечание. При поверхностных способах поливные нормы увеличиваются примерно в 1,5 раза.

При сильной засухе рост замедляется, опыление не происходит и завязи плодов не образуется. В период до смыкания плетей рекомендуется дать один полив по заранее нарезанным поливным бороздам.

Всего дают 1—3 полива: один в районах недостаточного увлажнения и 2—3 в засушливых районах Ставропольского края и Поволжья, в Астраханской области в отдельные годы дают 6 поливов. Перед началом созревания поливы проводить нельзя: возможны ухудшения качества и порча плодов от растрескивания.

Картофель. На юге широко распространены два способа возделывания картофеля — весенней и летней посадки.

Картофель весенней посадки поливают в зависимости от погодных условий: 3—4 раза в районах недостаточного увлажнения и 4—5 раз — в засушливых районах Ставропольского края и Поволжья. Особенно важно поддерживать достаточную влажность почвы с момента бутонизации растений и до конца роста клубней. Недостаток влаги в почве в это время вызывает остановку роста клубней и снижение урожая. За 2—3 недели до уборки поливы прекращают. Картофель поливают как по бороздам, так и дождеванием.

Чтобы получить дружные и своевременные всходы и хорошее развитие растений в началь-

ный период, необходимо за 5—6 дней до летней посадки картофеля дать предпосадочный полив по бороздам нормой 600—800 м³/га. После полива временную оросительную сеть выравнивают и проводят глубокое рыхление чизелем-культиватором.

Картофель летних посадок в зависимости от погодных условий поливают 3—4 раза, начиная с бутонизации, через каждые 13—15 дней.

Растения картофеля отрицательно реагируют на переувлажнение почвы — увядают и часто прекращают свой рост, особенно в начальный период развития. Поэтому участки, предназначенные под картофель, тщательно выравнивают, а на участках без уклонных, невыровненных и с близким уровнем грунтовых вод применяются поливы только дождеванием.

Фруктовые и ягодные культуры. Для получения высокого урожая винограда необходимо создать достаточный запас почвенной влаги к началу периода вегетации. Влагозарядковые поливы эффективны на Северном Кавказе, в Ростовской и Волгоградской областях, а также на юге Украины. Влагозарядку дают поздней осенью, зимой или ранней весной, до распускания почек. Почву увлажняют на глубину до 1,5 м. Этот полив не нужен при достаточном количестве осадков в осенне-зимний период и опа-

сен при близком залегании грунтовых вод. При очень сухом лете влагозарядку дают раньше (сентябрь) для закладки почек.

Наиболее важно обеспечить растения влагой в период вегетативного роста — до цветения и в период налива ягод.

Основной способ полива виноградников — по длинным бороздам и бороздам-щелям; после укрытия — по полосам, образуемым укрывными валами. Поливная норма 1200—1800 m^3/ga .

Орошаемые плодовые сады закладывают на спланированных участках с уклоном не более 0,02—0,03.

Первые один-два полива после посадки деревьев дают по узким полосам или по чашам. Последние поливы как молодых, так и плодоносных садов следует давать по бороздам и бороздам-щелям, нарезанным в зависимости от механического состава почвы на расстоянии 0,7—1 м одна от другой. Крайние борозды нарезают на расстоянии 1—1,5 м от штамбов деревьев.

На солонцеватых и засоленных почвах (в пределах, допустимых для возделывания плодовых культур) следует применять поливы садов затоплением чеков или же напуском по полосам. Число, сроки и нормы поливов плодовых насаждений устанавливают в зависимости

от породно-сортового состава и возраста насаждений, а также почвенно-климатических условий.

Суммарное водопотребление яблоневого сада колеблется в следующих пределах: молодого сада — около $3500 \text{ м}^3/\text{га}$, вступающего в плодоношение — $4800 \text{ м}^3/\text{га}$, плодоносящего — $5500 \text{ м}^3/\text{га}$.

В течение вегетации потребность во влаге неодинакова — больше всего расходуется воды в период от конца цветения до созревания плодов.

Так как одновременно с созреванием урожая текущего года происходит закладка плодовых почек урожая будущего года, влажность почвы в этот период должна быть оптимальной.

Необходимо предусматривать как вегетационные поливы, поддерживающие влажность почвы не ниже 75—80% полевой влагоемкости, так и подзимний влагозарядковый полив поздней осенью, создающий запас влаги в почве и улучшающий условия перезимовки.

На участках с сильно минерализованными грунтовыми водами, залегающими на небольшой глубине, во избежание вторичного засоления, поливы проводят небольшими поливными нормами.

Деревья на сильнорослых подвоях с развитой, глубоко залегающей корневой системой

Нормы и сроки полива плодовых садов

Режим орошения	Месяц	Районы неустойчивого увлажнения, осадков около 500 мм (предгорная зона)	Районы недостаточного увлажнения, осадков около 400 мм (степная зона)	Засушливые районы, осадков менее 300 мм
<i>Молодые не плодоносящие сады</i>				
Осенний влагозарядковый полив	Октябрь—ноябрь	1000	1000—1200	1200—1500
Vegetационные поливы	Май Июнь Июль	— 700 700	— 700 700	700 700 700
<i>Плодоносящие сады</i>				
Осенний влагозарядковый полив	Октябрь	1000	1000—1500	1500—1600
Vegetационные поливы: после цветения сильный вегетативный рост	Май Июнь	— 700	— 700	800—900 800

Продолжение

Режим орошения	Месяц	Районы неустойчивого увлажнения, осадков около 500 мм (предгорная зона)	Районы недостаточного увлажнения, осадков около 400 мм (степная зона)	Засушливые районы, осадков менее 300 мм
Формирование плодов и закладка плодовых почек под урожай будущего года	Июль—август	800	800	900
Налив плодов	Август—начало сентября	800*	800*	900*

* Второй полив в конце августа—начале сентября дают для зимних сортов; поливы прекращают не позже чем за две недели до сбора плодов.

пользуют запасы воды из большого объема почвы, поэтому их поливают редко, но большими поливными нормами. Деревья на карликовых и полукарликовых подвоях имеют корневую систему в верхних, быстро пересыхающих слоях почвы, такой сад нуждается в более частых поливах, но меньшими поливными нормами.

Для сливы особо важное значение имеет июльский полив, предупреждающий сбрасывание излишней завязи.

Способы и техника поливов

Понятия, определения

В настоящее время существуют три способа орошения — поверхностное, дождевание и подпочвенное.

При поверхностном орошении вода распределяется по поверхности земли.

При орошении дождеванием вода распыляется (в виде дождя) над орошаемой площадью при помощи специальных аппаратов и устройств. Вода, падая в виде дождя на поверхность почвы и растения, увлажняет не только почву, но и приземный слой воздуха, а также омывает наземные части растений.

При подпочвенном орошении вода распределяется в подпахотном горизонте по заложенным в земле трубам, кротовинам или системе заглубленных самотечных каналов.

Поверхностное орошение с давних времен применяется в орошаемом земледелии и до сих пор является самым распространенным во всех

Применяемые способы полива и

Способ полива	Распределение воды по полю	Напор и расход воды
---------------	----------------------------	---------------------

Поверхностное

Система открытых

<p>Напуском по полосам: с головным пуском воды</p>	<p>Сплошным слоем по поверхности</p>	<p>С малым напором (10—15 см) и расходом воды (0,02—0,1 м³/сек)</p>
<p>с боковым пуском воды</p>	<p>То же</p>	<p>То же</p>
<p>по широким полосам</p>	<p>Сплошным слоем по поверхности</p>	<p>С более высоким напором (15—20 см) и с расходом воды (0,2—0,5 м³/сек)</p>
<p>Заоплением: по чекам</p>	<p>Сплошным слоем по поверхности</p>	<p>С более высоким напором (20—50 см) и большим расходом воды (0,5—5,0 м³/сек)</p>
<p>по ярусам</p>		

их отличительные признаки

Направление впитывания воды в почву	Впитывание основного количества воды	Наиболее благоприятная область применения
-------------------------------------	--------------------------------------	---

орошение*каналов (лотков)*

Сверху вниз	В движении	<p>При продольных уклонах до 0,004, поперечных до 0,001 и ровной поверхности</p> <p>Рекомендуется применять лишь при неровной поверхности и больших поперечных уклонах</p> <p>При продольных уклонах до 0,003</p>
Сверху вниз	В покое	<p>При уклонах от 0 до 0,001, слабой водопроницаемости почвы и хорошей дренажности территории</p>

Способ полива	Распределение воды по полю	Напор и расход воды
---------------	----------------------------	---------------------

*Система открытых каналов, закрытых
состоящая из открытых*

Инфильтрацией по бороздам: по проточным бороздам	Отдельными струями по бороздам	С малым напором (5—10 см) и расходом воды (0,1—2 л/сек)
по затопляемому (тупым) глубокому бороздам	То же	С более высоким напором (10—15 см) и расходом воды (2—4 л/сек)
по бороздам-щелям	„ „	То же

Дождевание

Система открытых каналов, закрытых

Низконапорные короткоструйные системы: передвижные, стационарные, полустационарные	Над поверхностью поля в виде дождя: с принудительным напором, обеспечиваемым насосами;	С напором 20—30 м вод. ст.
--	--	----------------------------

Направление впитывания воды в почву	Впитывание основ- ного количества воды	Наиболее благоприятная область применения
<i>подземных трубопроводов и комбинированная, каналов и закрытых трубопроводов</i>		
Сверху вниз и в боковых направлениях (через дно и стенки бо- розд)	В движении	На спланированных участках при укло- нах от 0,002 до 0,01
То же	В покое	При уклонах от 0 до 0,002 и слабой во- допроницаемости почвы
. .	В движении	При уклонах от 0 до 0,006 и слабой во- допроницаемости почвы

подземных трубопроводов и комбинированная

Сверху вниз, как при ес- тественном дожде	В движении (в процессе по- дачи воды)	При уклонах от 0 до 0,004, глубине грун- товых вод менее 3 м от поверхности зем- ли, высокой водо- проницаемости поч- вы, на посадочных почвах, на участках со сложным релье- фом
--	---	--

Способ полива	Распределение воды по полю	Напор и расход воды
<p>Высоконапорные дальнеструйные и среднеструйные системы: передвижные, стационарные</p>	<p>с напором, обеспечиваемым естественным уклоном участка</p> <p>То же</p>	<p>С напором 40—70 м вод. ст.</p>
<p>Напорные системы периодического действия</p>	<p>Ниже поверхности почвы (с подачей воды в подпахотный слой)</p>	<p>Подпочвенное</p> <p><i>Система закрытых подземных трубопроводов,</i></p> <p>С напором 0,2—0,4 м, реже до 1,0 м</p>

Направление впитывания воды в почву	Впитывание основ- ного количества воды	Наиболее благоприятная область применения
То же	В процессе по- дачи воды	При уклонах более 0,02. Когда напор в трубах может быть обеспечен за счет естественного укло- на То же

орошение

иногда в комбинации с открытыми каналами

Снизу вверх. За счет капил- лярных сил почвы и час- тично за счет напора	В движении и в покое	При уклонах орошае- мых участков от 0 до 0,004 на почвах с хорошо выражен- ными капиллярны- ми свойствами (тя- желосуглинистые и глинистые). При глубоком залегании сильно минерализо- ванных грунтовых вод и отсутствии солей в верхнем горизонте почвы
---	-------------------------	---

Способ полива	Распределение воды по полю	Напор и расход воды
---------------	----------------------------	---------------------

Система заглубленных

Безнапорные системы вакуумные и основанные на регулировании уровня грунтовых вод		Безнапорные
--	--	-------------

странах. Дождевание стали применять сравнительно недавно, и за последние годы оно получило значительное распространение.

Менее всего распространено подпочвенное орошение, которое по существу находится в процессе разработки и совершенствования, хотя оно, несомненно, представляет большой интерес для орошаемого земледелия.

При всех способах орошения необходимый режим потребления воды растениями и почвой обеспечивается периодическими поливами, то есть созданием в активном слое почвы определенных запасов воды, которые и расходуются в течение межполивных периодов. Только при специально устроенной системе подпочвенного орошения может быть осуществлен принцип непрерывного снабжения растений водой.

Направление впитывания воды в почву	Впитывание основ- ного количества воды	Наиболее благоприятная область применения
---	--	--

*каналов*Снизу вверх по
капиллярам

В покое

При глубоком залега-
нии сильно минера-
лизованных грунто-
вых вод и отсутст-
вии солей в верхнем
горизонте почвы

Каждому способу орошения соответствуют устройство оросительной регулирующей сети и техника полива.

Способы полива при том или ином способе орошения отличаются характером распределения воды по полю, напором и расходом оросительной воды и ее поглощением в почву, конструктивными особенностями устройства поливной и оросительной сети.

Под техникой полива понимают само техническое осуществление процесса полива при том или ином способе орошения. Техника полива тесно связана со способом полива. В задачу техники полива входит техническое решение подачи и распределения оросительной воды по полю для повышения качества полива, производительности труда поливальщика, снижения

затрат труда и максимально возможной автоматизации процесса полива.

Успешное решение и внедрение прогрессивной техники полива тесно связано с тщательной планировкой и выравниванием орошаемых земель, внедрением в орошаемых хозяйствах новой поливной техники и более совершенных оросительных систем.

В таблице 40 систематизированы применяемые способы полива и их отличительные признаки.

Основные условия, определяющие способы орошения и полива

Выбор способа орошения в основном зависит от следующих факторов:

- способов и орудий механизации сельскохозяйственных работ;
- размеров поливных норм и принятой схемы поливов культуры;
- скорости впитывания воды в почву;
- величины засоленности почвы;
- глубины залегания уровня грунтовых вод и степени их минерализации;
- рельефа и уклона поверхности орошаемого участка;
- микрорельефа поверхности поля.

Характеристику особенностей рельефа и средних уклонов скатов составляют по материалам планово-высотной съемки типовых участков в масштабе от 1 : 5000 до 1 : 10 000, с сечением горизонталями через 0,5—1 м.

Характеристику микрорельефа и уклонов орошаемого поля составляют по планам типовых участков в масштабе от 1 : 1000 до 1 : 2000, с сечением горизонталей через 0,1—0,2 м.

Характеристика уклонов поверхности. Необходимо выделять следующие уклоны поверхности земли для орошаемых земель: малые — менее 0,002; средние — от 0,002 до 0,007; большие — от 0,007 до 0,015; очень большие — от 0,015 до 0,03.

При уклонах орошаемых участков более 0,03 поверхностное орошение становится крайне затруднительным.

Характеристика рельефа орошаемых площадей. Различают следующие разновидности рельефа:

спокойный, нерасчлененный, характеризующийся параллельным и почти параллельным и плавным расположением горизонталей, со слабо выраженными водоразделами и тальвегами на расстояниях больше 2 км;

слабо расчлененный, при котором горизонталюли хотя и не параллельны, но сохраняют общее

однообразное направление. Водоразделы хотя и частые, но неглубокие. К этой разновидности рельефа относят и поля с параллельными, но извилистыми горизонталями;

пересеченный (сильно расчлененный), когда горизонтالي извилисты и расстояние между ними различное; водоразделы и тальвеги резко выражены, глубокие и имеют пестрое расположение относительно общего ската. Расстояние между водоразделами самое различное, преобладают небольшие расстояния (менее 2 км);

холмистый или западинный, который характеризуется наличием замкнутых или близких к этому горизонталей.

Характеристика микрорельефа поливного участка. Микрорельеф поверхности поливного участка бывает следующих видов:

хороший — параллельные горизонтали, однообразные уклоны, нет отрицательных уклонов, микровозвышения и микровпадины не более 5 см. Требуется только поверхностное выравнивание волокушами или длиннобазовыми планировщиками;

удовлетворительный — слегка извилистые горизонтали, уклоны переменные, но обратных (отрицательных) уклонов нет; микровозвышения и микровпадины размером не больше 20 см;

плохой — сильно извилистые горизонтали, уклоны по направлению полива переменны, есть отрицательные (обратные) и нулевые уклоны. Микровозвышения и микровпадины имеют высоту или глубину более 20 см;

очень плохой с сильно извилистыми, замыкающимися горизонталями. Переменные уклоны по направлению полива, есть отрицательные и нулевые уклоны.

Характеристика скорости впитывания. Скорость впитывания определяется количеством воды, впитываемой в данную почву в единицу времени на единицу площади. Скорость впитывания динамична; она непрерывно изменяется во времени (затухая) под воздействием целого ряда факторов (рис. 20).

Впитывание воды в почву определяется закономерностью, отличной от установленной Дарси для движения воды в грунте с заполненными водой порами (закон фильтрации).

Из нескольких известных предложений для математи-

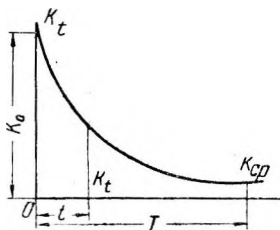


Рис. 20. Кривая изменения скорости впитывания воды в почву во времени (по А. Н. Костикову).

ческого выражения закона впитывания в расчетах по определению элементов техники полива получила распространение формула акад. А. Н. Костикова:

$$K_t = \frac{K_1}{t^\alpha},$$

где K_t —скорость впитывания в конце времени t (см/мин, дм/мин, м/час);

K_1 — скорость впитывания в конце первой единицы времени (см/мин, дм/мин, м/час);

t — время от начала впитывания (минута, час);

α — коэффициент, характеризующий затухание скорости впитывания во времени. Для большинства почв его величина находится в пределах от 0,3 до 0,8 и зависит от водно-физических и химических свойств почвы и ее начального увлажнения.

Средняя скорость впитывания за период t определяется по формуле:

$$K_{\text{ср}t} = \frac{K_1}{(1-\alpha)t^\alpha} = \frac{K_0}{t^\alpha},$$

где $K_{\text{ср}t}$ — средняя скорость впитывания за время t ;

$K_0 = \frac{K_1}{1-\alpha}$ — средняя скорость впитывания за первую единицу времени (час, минута).

Слой воды, впитавшийся за время t :

$$H_t = K_{\text{ср}(t)} \cdot t = \frac{K_1}{(1-\alpha)t^\alpha} \cdot t = \frac{K_0}{t^{\alpha-1}}.$$

Приведенные формулы достаточно точно отображают процесс впитывания в первые 1,5—3 часа. С увеличением продолжительности впитывания или полива, то есть по мере приближения к явлению фильтрации, формулы дают большую погрешность.

Почвы по скорости впитывания разделяют на три большие группы:

высокой водопроницаемости, имеющие скорость впитывания больше 0,15 м за первый час впитывания;

средней водопроницаемости, имеющие среднюю скорость впитывания меньше 0,15 м и больше 0,05 м за первый час впитывания;

слабой водопроницаемости, имеющие среднюю скорость впитывания меньше 0,05 м за первый час впитывания.

Техника и способы полива при поверхностном орошении

При поверхностном орошении в зависимости от характера распределения воды по полю и поступления ее в почву различают следующие способы полива:

инфильтрацией по проточным, затопляемым (тупым) бороздам, по бороздам-щелям;

напуском по полосам с головным и с боковым пуском воды и широким полосам;

затоплением по чекам и ярусам.

Поверхностные поливы в основном можно применять на участках с глубоким залеганием уровня грунтовых вод, хорошо выраженным уклоном, с благоприятным мелиоративным состоянием орошаемых земель, на почвах со слабой и средней водопроницаемостью, а также для промывки засоленных почв.

При поверхностных способах полива необходимы особенно тщательная планировка и выравнивание орошаемых участков.

Повышение производительности труда на поле. На основании опыта применения поверхностных способов полива в различных условиях предложены следующие рекомендации, при выполнении которых значительно повышается производительность труда на поле.

1. Поливные участки должны быть тщательно спланированы, и их ежегодно следует выравнивать волокушами, шлейфами и один раз в 2—3 года длиннобазовыми планировщиками.

2. Под поверхностный полив по бороздам следует отводить в первую очередь участки с выраженным уклоном (свыше 0,002, а для почв со слабой водопроницаемостью свыше 0,001) и с благоприятными почвенно-мелиоративными условиями. Участки с малыми уклонами, большой водопроницаемостью почв и близким залеганием грунтовых вод следует отводить под орошение дождеванием.

Под полив по полосам отводят участки преимущественно с малыми уклонами до 0,004. Однако полив по полосам культур сплошного сева можно применять и при уклонах до 0,015.

3. Поливные борозды надо нарезать более глубокими (15—20 см), если это позволяет орошаемая культура. При глубоких бороздах вода лучше преодолевает неровности, встречающиеся по длине борозды даже на спланированных участках.

4. Длину поливных борозд (полос) следует принимать по возможности большую, а полив вести возможно большей бороздной и удельной струей (расход воды, приходящийся на 1 пог. м ширины полосы).

Однако расход воды в борозду (полосу) не должен превышать допустимого на размыв, а длина борозд (полос) должна быть такой, при которой поливная норма отвечала бы заданной, необходимой для промачивания активного слоя почвы.

Полив максимально допустимыми бороздными (удельными) струями приводит к сокращению продолжительности полива и позволяет на спланированных участках удлинить в 2—3 раза борозды, сохранив расчетные поливные нормы.

5. Участковые каналы желательно устраивать на пропуск расхода воды не менее 250—300 л/сек. Их не следует делать слишком длинными (не более 1,5—2 км), так как в противном случае потери воды достигают 60—80% от головного расхода.

Для сокращения длины участковых каналов необходимо на старших каналах чаще делать водовыпуски, а если большая протяженность каналов неизбежна, применять противофильтрационные покрытия.

6. Необходимо применять наиболее совершенные методы распределения воды, при которых поливальщики в состоянии управлять крупным поливным током. Следует всемерно механизировать процесс поливов (на поливе применять трубки, сифоны, переносные трубопроводы и др.).

7. Орошаемые участки нужно закреплять за поливальщиками на весь оросительный период. Это повышает инициативу поливальщиков, позволяет им лучше изучить рельеф поля и приспособиться к нему, увеличить производительность.

8. Поливы нужно обязательно проводить круглосуточно и при максимальном расходе воды в канале.

При соблюдении всех перечисленных условий в комплексе производительность труда поливальщика доходит до 4—6 га за смену и более.

Полив инфильтрацией по бороздам. Полив по проточным бороздам. Увлажнение корнеобитаемого слоя почвы происходит путем впитывания воды в почву через дно и откосы при движении ее по борозде. Этот способ применяют в основном для полива широкорядных культур, садов и виноградников, а также для проведения влагозарядковых и предпосевных поливов. Однако его иногда применяют и для орошения зерновых культур.

Наилучшие результаты этот способ полива дает на участках, хорошо спланированных, с уклоном от 0,002 до 0,01. При уклонах более 0,01 возникает опасность процессов эрозии, особенно во временной оросительной сети, а значительное уменьшение бороздной струи приводит к сокращению длины поливных борозд.

Расстояние между бороздами на песчаных и супесчаных почвах принимается равным 0,5—0,6 м, на суглинистых — 0,6—0,8 м, а на тяжелых суглинках и глинах — 0,8—1,1 м, в зависимости от контура промачивания (рис. 21). При

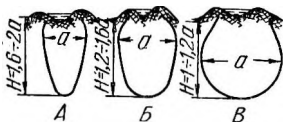


Рис. 21. Контурсы промачивания под бороздой:

A — легкие почвы; *B* — средние суглинки; *B* — тяжелые суглинки и глины.

возделывании пропашных культур расстояние между бороздами устанавливают исходя из требований механизации возделывания этих культур. Его принимают равным 0,7 м и реже 0,6 м.

При влагозарядковых и предпосевных поливах по зяблевой вспашке расстояние между бороздами принимают от 0,9 до 1,4 м.

Расстояние между бороздами зависит также от глубины увлажнения почвы, которая, в свою очередь, зависит от продолжительности полива.

Однако при промачивании почвы на глубину больше 1—1,2 м повышение поливной нормы слабо влияет на увеличение бокового увлажнения.

При больших поливных нормах вода расходуется в основном на увлажнение нижележа-

щих горизонтов или теряется на глубинную фильтрацию.

Глубину борозд принимают от 8 до 25 см (меньшую на хорошо спланированном участке). Мелкие борозды (8—12 см) нарезают также для полива мелкосемянных культур: лука, моркови, свеклы, а также для культур, поливаемых в ранние фазы роста. Более глубокие борозды следует устраивать при малых уклонах.

Длина борозд тем больше, чем меньше водопроницаемость почвы и чем больше уклон (до известных пределов) и величина бороздной струи.

Полив по длинным бороздам (при возможности распределить воду сразу в 50—100 борозд) значительно повышает производительность труда поливальщика и коэффициент использования орошаемых земель, создает лучшие условия для механизации работ в орошаемом земледелии.

При большом уклоне борозд расход в борозду ограничивается допустимыми скоростями течения на размыв почвы, а при малых уклонах, напротив, пропускной способностью борозд.

В таблице 41 приведены длины борозд и величины бороздных струй на спланированных участках в зависимости от водопроницаемости

Длины борозд и расходы воды в них в зависимости от водопроницаемости почвы и уклона поливного участка

Средняя (за час наблюдений) скорость впитывания, <i>д.м./мин</i>	Уклоны поливного участка	Длина борозд, <i>м</i>	Расход воды в борозды, <i>л/сек</i>	Поливная норма при вегетационных поливах	Поливная норма при влаготаряжковых поливах
Менее 0,015	0,002—0,004	250—300	1,5—1,2	От 700 до 1000 <i>м³/га</i>	От 1100 до 1600 <i>м³/га</i>
	0,004—0,007	300—350	1,2—0,8		
	0,007—0,01	350—450	0,8—0,5		
От 0,015 до 0,03	0,002—0,004	200—250	1,5—1,2		
	0,004—0,007	250—300	1,2—1,0		
	0,007—0,01	300—400	1,0—0,8		
Более 0,03	0,002—0,004	120—200	2,0—1,5		
	0,004—0,007	200—250	1,5—1,2		
	0,007—0,01	250—350	1,2—1,0		

почвы и уклона поливного участка, при которых обеспечивается промачивание метрового слоя почвы (по данным ЮжНИИГиМ).

Если поливные участки неровные, то длину борозд принимают в 2—3 раза меньше, чем указано в таблице 41.

При малых уклонах (менее 0,002) длина борозд резко уменьшается и на спланированной поверхности находится в пределах от 50 до 120 м.

При уклоне до 0,003 почва равномерно увлажняется по длине борозды за счет подтопления концевых участков борозд. При больших уклонах следует переходить на полив переменной струей. При поливе переменной струей сначала в борозду подают струю предельно допустимой величины (но не размывающую почву), чтобы вода быстро дошла до конца борозды, затем величину струи уменьшают вдвое. Если вода подается в борозды сифонами, то сначала в каждую борозду устанавливают по два сифона. Когда же вода дойдет до конца борозды, по одному сифону снимают.

Продолжительность подачи уменьшенной струи примерно равна половине или полной продолжительности подачи первоначальной струи.

Равномерность увлажнения почвы по длине борозды достаточна, если количество воды, впи-

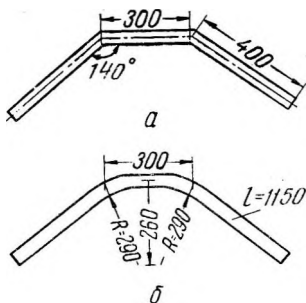


Рис. 22. Поливные сифоны (размеры в мм):
a — из кровельного железа;
б — из полиэтилена.

тавшееся в конце борозды, составляет не менее 75—80% количества воды, впитавшегося в головной части борозды.

Поливные сифоны могут быть из резины (длиной 120 см), кровельного железа и полиэтилена (рис. 22). Примерные расходы воды через сифон при разности горизонтов воды в выводной и поливной борозде 4—10 см следующие:

ды в выводной и поливной борозде 4—10 см следующие:

диаметр сифона, мм ...	75	65	50	43	33
расход воды, л/сек ...	2,4—3,7	2,1—3,3	1,2—1,9	0,9—1,4	0,5—0,8

Поливные борозды для влагозарядковых и предпосевных поливов нарезают по заборонованной и выровненной зяби.

Для вегетационных поливов зерновых колосовых и зернобобовых культур борозды нарезают одновременно с посевом или на второй

день после посева. Если борозды для полива зерновых культур будут нарезать после сева, то сеять лучше поперек направления нарезки поливных борозд.

Борозды для вегетационных поливов кукурузы нарезают перед проведением первого полива, однако высота растений не должна быть более 80 см. Если кукуруза посеяна по влагозарядке или после проведения предпосевного полива, поливные борозды нарезают при последней культивации, когда кукуруза достигнет высоты 60—70 см.

Выводные борозды и временные оросители для проведения вегетационных поливов нарезают перед первым поливом.

Чтобы можно было поливать сифонами одновременно большое количество (50—100) борозд, выводные борозды надо нарезать безуклонными или с уклоном не более 0,001.

Если поливной участок не спланирован и имеет неровный рельеф, то выводные борозды нарезают по повышенным точкам рельефа, для чего перед нарезкой намечают будущие трассы выводных борозд. Борозды могут быть расположены следующим образом: нормально к горизонталям, то есть по направлению наибольшего ската поверхности (при уклонах до 0,01); поперек ската, примерно по горизонталям с очень малым уклоном (при уклонах более 0,01

и особенно более 0,015); под острым углом к направлению горизонталей ската (косые борозды).

На участках с уклонами более 0,015—0,02 поливы по бороздам сильно затрудняются вследствие размыва борозд и значительного сброса воды на них. В этих условиях целесообразнее поливные борозды устраивать поперек ската, а воду в них подавать с помощью жестких и гибких трубопроводов от закрытой сети (временно или постоянно уложенной вместо временных оросителей).

Полив по затопляемым (тупым) бороздам применяют при влагозарядковых поливах и орошении широкорядных культур главным образом на безуклонных участках или с очень маленькими уклонами (менее 0,002), а также на участках с большими уклонами (более 0,015), когда полив по проточным бороздам затруднителен. В последнем случае затопляемые борозды нарезают в направлении горизонталей. Этот способ полива целесообразно применять и на участках с очень слабой водопроницаемостью, чтобы обеспечить подачу поливной нормы нужной величины.

Борозды нарезают глубиной 20—25 см, шириной поверху 50—60 см и длиной 40—80 м. На хорошо спланированной поверхности и при малой водопроницаемости почвы можно при-

нимать значительно большую длину борозд. Для равномерного увлажнения почвы по всей борозде необходимо, чтобы она была такой длины, при которой наполнение в голове составляло бы $\frac{1}{3}$ глубины борозды, а в конце — не более $\frac{3}{4}$.

Процесс полива заключается в быстром наполнении борозды таким количеством воды, которое отвечает поливной норме и может быть впитано почвой. Впитывание воды в почву происходит в основном после прекращения подачи воды в борозду. Величину бороздной струи принимают от 2 до 4 л/сек.

Полив по бороздам-щелям. ЮжНИИГиМ разработан новый способ полива — по бороздам-щелям (предложение проф. Б. А. Шумакова). Он рекомендуется для влагозарядковых и предпосевных поливов, особенно на участках с недостаточно ровной поверхностью и на почвах со слабой водопроницаемостью для увеличения поливных норм.

Борозды-щели отличаются от обычных борозд тем, что ниже дна борозды нарезается узкая (35 мм) щель; общая глубина борозды со щелью составляет 35—40 см. Значительная глубина борозды-щели позволяет воде свободно преодолевать неровности до 10 см. Это облегчает полив, обеспечивает быстрое и более

равномерное увлажнение почвы, так как из-за глубины смоченный периметр у них в 2—2,5 раза больше, чем у обычных борозд, поэтому и воды они поглощают больше.

Длину борозд-щелей принимают такой же, как и проточных борозд (табл. 41), а расход воды в борозду-щель увеличивают в 2—3 раза.

В результате этого поливальщик в состоянии управлять в 2 раза большим поливным током при поливе по бороздам-щелям.

Производительность труда поливальщика повышается в несколько раз в сравнении с поливом по обычным бороздам, в зависимости от поливного тока.

Борозды-щели нарезают как по вспаханному полю, так и по стерне (рис. 23). Расстояние между бороздами-щелями можно принимать от 0,8 до 1,2 м, так как контур промачивания при поливе по щелям несколько шире и более выровнен по глубине, чем при поливе по бороздам.

Поливы по стерне по бороздам-щелям целесообразно проводить на пересушенной почве, которая при вспашке образует комья. После полива на таких почвах пашня получается ровной, высокого качества, а почва — рыхлой, рассыпчатой.

По бороздам-щелям можно проводить и вегетационные поливы сельскохозяйственных

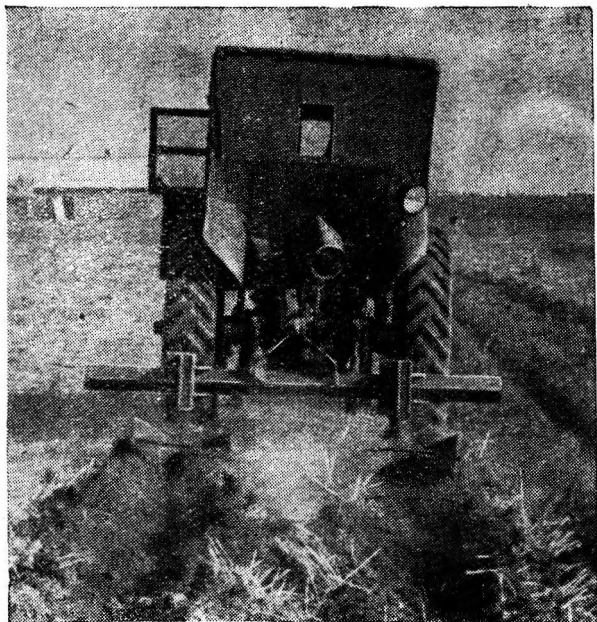


Рис. 23. Нарезка борозд-щелей по стерне.

культур, только нарезать борозды-щели следует через междурядье.

Полив напуском по полосам. Полив напуском по полосам с головным пуском воды применяют для влагозарядковых и предпосевных поливов, а также для вегетационных поливов трав и зерновых культур, высеваемых узкорядным и перекрестным способом. В последнее время таким способом иногда поливают кукурузу. Его можно применять также для орошения садов и виноградников.

При этом способе полива участок разбивают на отдельные узкие полосы, ограниченные земляными валиками высотой 15—25 см и шириной в основании 45—70 см. Полосы устраивают в направлении наибольшего уклона поливного участка. При продольном расположении оросителей канавокопателем поперек полос нарезают выводные борозды. При поперечном расположении оросителей выводные борозды не нарезают, а воду на полосы подают непосредственно из временных оросителей.

Выводные борозды и временные оросители нарезают вслед за посевом, до начала прорастания семян. На посевах озимых культур выводные борозды и временные оросители нарезают весной после подкормки и ранневесеннего боронования.

Полив заключается в подаче воды из выводной борозды или временного оросителя на полосу с помощью сифонов, поливных трубок или через прокопы в дамбе. Прокопы в дамбе оросителя или выводной борозды поливальщик делает лопатой.

Вода, попадая на полосу, самотеком распределяется по ней тонким слоем. Во время медленного продвижения вода впитывается и увлажняет почву.

Ширина полосы зависит от величины поперечного уклона, микрорельефа поверхности почвы и от ширины захвата сельскохозяйственных машин. При сильно выраженном поперечном уклоне, а также при неровной поверхности поля ширину полосы обычно принимают равной ширине захвата тракторной сеялки (3,6 м). Если поперечные уклоны очень малы, полосы могут быть в 2—5 раз шире. При поливе по полосам желательно, чтобы поперечный уклон не превышал 0,002, а продольный 0,004. С увеличением уклона уменьшается расход воды, подаваемый на полосу, в результате чего полоса неравномерно покрывается водой.

Длина полосы и величина удельной струи (расход воды, приходящийся на 1 м ширины полосы) зависят от особенностей поля: чем ровнее его поверхность, меньше водопроницаемость почвы и больше уклон, тем длиннее могут

быть полосы и меньше удельный расход (табл. 42).

Таблица 42 составлена на основании опытных данных из расчета промачивания метрового слоя почвы. Если орошаемые участки неровные, длину полос необходимо принимать в 2—3 раза меньше, чем в таблице.

При уклонах менее 0,002 длину полос можно принимать до 300—400 м за счет хорошей их планировки, повышения удельной струи до 20—25 л/сек и устройства валиков высотой до 30 см.

Т а б л и ц а 42

Ориентировочные длины полос и величины удельных струй в зависимости от уклона и водопроницаемости почвы (по данным ЮжНИИГиМ)

Средняя (за час наблюдений) скорость впитывания воды в почву, <i>дм/мин</i>	Уклоны орошаемого участка	Длина полосы, м	Величина удельной струи, <i>л/сек</i>
Менее 0,015	0,002-0,004	250-300	8—6
	0,004—0,007	300—350	6-5
	0 007-0,010	350—400	5-4
От 0,015 до 0,03	0,002—0,004	200—250	10—8
	0,004-0,007	250—300	8—6
	0,007—0,010	300—350	6—5
Свыше 0,03	0,002—0,004	150—200	12-10
	0,004—0,007	200—250	10-8
	0,007—0,010	250-300	8-6

Поливальщик должен следить за продвижением воды по всей полосе. Когда вода пройдет $\frac{3}{4}$ — $\frac{4}{5}$ длины полосы, подачу ее из выводной борозды прекращают или уменьшают в 2 раза, имея в виду, что нижняя часть полосы будет увлажнена водой, стекающей с верхней части.

При уклонах не свыше 0,003 и сильной водопроницаемости почвы подачу воды на полосу следует прекращать лишь после того, как вода дойдет до конца полосы.

Основное достоинство полива по полосам состоит в том, что поливальщик может распределять крупный поливной ток (расходом в 150—200 л/сек) на сравнительно узком фронте полива. Производительность труда поливальщика достигает 3,5 га в смену и более.

В последнее время на вновь проектируемых и строящихся оросительных системах и орошаемых участках, там, где длина борозд и полос (исходя из уклона, водопроницаемости почвы и спланированности участка) может быть принята свыше 350 м и поперечных уклонов нет или они невелики, есть предложения проектировать и строить постоянные оросители с поперечным расположением. Ширину поливного участка в этом случае принимают равной длине поливных борозд или полос, а длину — равной длине постоянного оросителя (600—1000 м).

По верхней границе участка по направлению горизонталей устраивают канал (уклоном не более 0,0005) с пологими внешними откосами для пропуска расхода от 300 до 500 л/сек. При поливе по бороздам рекомендуется у основания внешнего откоса, обращенного в сторону орошаемого поля, параллельно каналу нарезать вспомогательную однобортную распределительную борозду, разбитую на отсеки земляными перемычками через 20—40 м. В отсеки вода из оросителей подается с помощью передвижных сифонов или специально устроенных в борте канала водовыпусков с пропускной способностью до 100 л/сек. В зависимости от требуемого расхода воды и длины отсека вода подается одновременно в 3—6 отсеков. Из вспомогательной борозды в поливные борозды вода поступает самотеком (рис. 24).

При поливе напуском по полосам вспомогательную однобортную распределительную борозду у основания откоса оросителя не устраивают. Валики полос примыкают непосредственно к откосу оросителя. Их рекомендуется устраивать постоянными высотой 25—30 см с пологими (1 : 4) откосами. Ширину полосы принимают 20—30 м. Она должна быть кратной ширине захвата сеялки, лафетной жатки и комбайна. Воду на полосы рекомендуется пода-



Рис. 24. Влагозарядковый полив по бороздам при поперечном расположении оросителя.

вать непосредственно из постоянного оросителя с помощью передвижных крупных сифонов-водовыпусков (диаметром 250—450 мм). Чтобы вода хорошо покрывала полосу при поливной норме 1000—1500 м³/га, удельные расходы рекомендуется доводить до 20—25 л/сек.

Поливать по таким широким полосам рекомендуется лишь на участках с уклоном менее 0,003.

В нижней части поливного участка необходим сбросной канал или дрена-собиратель. На таком участке следует устраивать скважины для наблюдения за уровнем грунтовых вод. Во время полива один поливальщик справляется со всем расходом, который поступает по оросителю. Производительность труда поливальщика составляет от 8 до 16 га в смену.

Первые поливы на таких участках испытаны Южгипроводхозом в хозяйствах Северного Кавказа и Нижнего Поволжья.

Полив напуском по полосам с боковымпуском воды. Этот способ подачи воды отличается от предыдущего тем, что вместо валиков вдоль полосы двухотвальными плугами или канавокопателями нарезают борозды глубиной 25—30 см. Гребни, образовавшиеся при нарезке борозд, служат валиками полос. Ширина полосы должна быть кратной ширине захвата уборочной машины. Ее назначают в зависимости от уклона и сложности рельефа. Воду на полосу подают сначала головным напуском, затем, когда продвижение ее по полосе становится затруднительным из-за неровности рельефа, воду пропускают по боковым бороздам в конец полосы, откуда и осу-

ществляется дальнейший полив полосы. Из боковых борозд воду выпускают на полосу с одной или с двух сторон. Полив начинают с нижнего конца полосы и идут к головной части. Поливальщик выпускает воду в повышенных местах полосы сосредоточенным током, горизонт воды в борозде поднимается при помощи щита. Места водовыпусков на полосу обычно относят друг от друга на 15—20 м.

Вода, выходя на полосу, растекается веерообразно и увлажняет почву. При двухстороннем командовании борозд воду из них выпускают поочередно на противоположные полосы. Расход воды по борозде составляет до 30—40 л/сек. При этом способе производительность труда поливальщика обычно невысокая — от 0,7 до 1,5 га за смену. Борозды нарезают сразу же после сева или уборки предшественника.

Недостатки этого способа полива: низкая производительность труда поливальщика, неравномерность увлажнения почвы, значительные потери воды в бороздах на фильтрацию. Этот способ полива применяют главным образом при сложном рельефе, на плохо спланированной поверхности поля или при больших поперечных уклонах и проницаемых почвах, когда полив по полосам с головным пуском воды осуществить трудно.

Полив затоплением — один из древних способов поверхностного орошения. Его применяют при возделывании риса, лиманном орошении, промывке засоленных почв, поливе лугов и пастбищ. В последние годы в малонаселенных районах получил распространение полив кукурузы затоплением по крупным чекам.

При поливе затоплением на поле создают слой воды, увлажнение почвы происходит капиллярно— гравитационным путем. В этом случае расходуется значительное количество воды.

Под полив затоплением в первую очередь отводят массивы с очень малыми уклонами (не более 0,001) или безуклонные, с невысокой водопроницаемостью почвы и возможностью отвода грунтовых вод дренажной сетью.

Поля разбивают продольными и поперечными валиками на участки, называемые чеками, которые затапливают определенным слоем воды. Разность отметок верхней и нижней границ чека по уклону допускается до 10 см. В зависимости от рельефа чеки на рисовых полях имеют площадь от 0,5 до 5 га. В настоящее время рекомендуются более крупные чеки площадью до 20—24 га, которые называют картами-чеками. Некоторое увеличение объема планировочных работ на таких чеках компенсируется уменьшением числа водовыпусков. Группа чеков объ-

единяется в поливной участок, ограниченный оросительными и дренажными каналами.

Валики внутри поливного участка часто устраиваются постоянными с пологими (1 : 4) откосами, проходимыми для почвообрабатывающих машин и сеялок. На мелких рисовых участках валики обычно устраивают временными с крутыми откосами (1 : 1, 1 : 1,5), так как они занимают значительно меньше места. Один поливальщик может полить за сезон до 35 га рисовых посевов.

При поливе затоплением других культур поливные нормы не должны превышать 1500—2000 м³/га. Чтобы обеспечить такие нормы, нужно хорошо планировать чеки, а поливной расход на каждый гектар чека давать в среднем от 30 до 100 л/сек, в зависимости от водопроницаемости почвы. Средний слой затопления чека не должен превышать 15 см.

Полив затоплением по чекам (размером от 6 до 100 га) кукурузы и других культур получил распространение в Волгоградском Заволжье. В Ростовской области его применяют для орошения культур, входящих в рисовый севооборот.

Величина чеков определяется рельефом, величиной уклона орошаемого участка, водопроницаемостью почвы. Однако даже при самых благоприятных условиях площадь чеков не

должна превышать 40—50 га, так как требуются слишком большие расходы на затопление таких чеков. Кроме того, значительно возрастает объем планировочных работ и ухудшается равномерность увлажнения поверхности чеков. Затапливают в первую очередь вышележащие чеки, а затем нижележащие. Это дает возможность значительную часть воды сбросить с затопленного чека через водовыпуск обратно в оросительный канал.

Полив затоплением таких чеков отличается исключительно высокой производительностью труда поливальщика, достигающей 40—50 га в

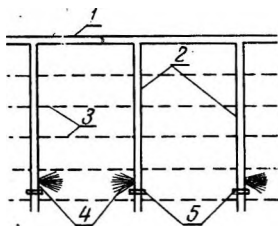


Рис. 25. Схема поливной сети при промывке почвы затоплением:

1 — участковый распределитель; 2 — временный ороситель; 3 — валики; 4 — подача воды на чек из двух оросителей; 5 — перемычки.

день, и возможностью обеспечить полную автоматизацию процесса полива. Поэтому он находит применение в малонаселенных районах.

На засоленных почвах, где вегетационные поливы осуществляются по бороздам или дождеванием, полив затоплением применяют в позднесенний пери-

од для промывки этих почв. В этом случае чеки делают временными. Поливная сеть состоит из оросителей и валиков (пал). Валики высотой 25—30 см устраивают через 20—30 м в направлении горизонталей, а временные оросители нарезают после поделки валиков в направлении уклона (рис. 25).

Вода поступает в чек из одного или одновременно из двух оросителей через прокопы в дамбах.

Полив следует начинать с нижних чеков, расположенных в конце оросителя, и заканчивать верхними, расположенными в начале оросителя.

Приемы распределения воды в поливные борозды и полосы. Планировка и выравнивание орошаемых земель избавляет поливальщика от необходимости сопровождать воду по длине поливных борозд и полос. Весь труд поливальщика в этих условиях затрачивается на распределение воды в поливные борозды. Необходимо поливальщику или механизатору предоставить такие приемы и методы распределения воды в поливные борозды и полосы, при которых он сравнительно легко и достаточно равномерно мог бы распределять крупные в 100—250 л/сек расходы воды и включать в одновременный полив большое количество борозд и полос.

Возможны следующие методы распределения воды в поливные борозды.

Распределение воды сифонами и трубками. Это наиболее старые и давно испытанные способы. Они обеспечивают довольно равномерное распределение воды и строго дозируют расход воды в поливные бо-

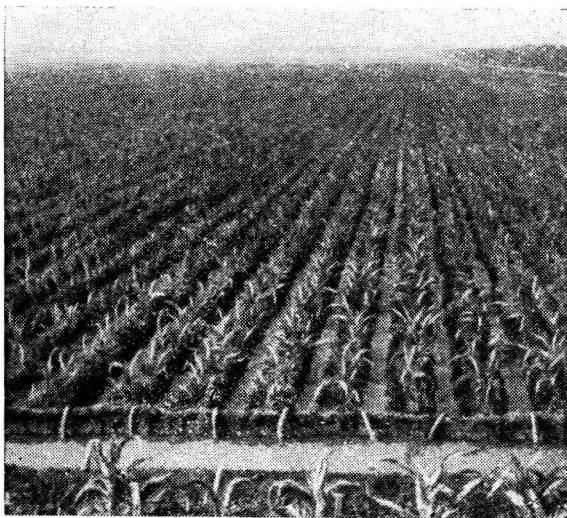


Рис. 26. Полив кукурузы сифонами
в Золотаревском зерносовхозе Ростовской области.

розды, что особенно важно при поливах на участках с большими уклонами, где возможна эрозия почвы.

При использовании поливных сифонов диаметром 40—50 мм выводные борозды нужно нарезать с уклоном не более 0,001. Только при этих условиях поливальщик в состоянии справиться во время полива с зарядкой 70—100 сифонов (рис. 26), управлять поливным током до 70—100 л/сек и поливать до 2—3 га за день.

Поливные трубки длиной 60—70 см и диаметром 3—6 см, изготовленные из различных материалов, устанавливают в борте выводной или вспомогательной борозды (при поперечном расположении временных оросителей) на одной отметке. Вода из выводной или вспомогательной борозды поступает через все трубки в поливные борозды с одинаковым расходом.

Полив из трубок целесообразен лишь в том случае, когда длина поливных борозд соответствует длине поливного участка, а трубки устанавливают один раз на весь поливной сезон, так как перестановка их во время полива с одной позиции на другую — операция весьма трудоемкая.

Распределение воды с помощью однобортовой вспомогательной борозды. ЮжНИИГиМ разработаны простейшие и достаточно надежные приемы рас-



Рис. 27. Полив кукурузы из вспомогательной однобортной распределительной борозды.

пределения воды в поливные борозды, не требующие специального оборудования и инвентаря,— с помощью однобортных вспомогательных борозд и однобортных выводных борозд.

Вспомогательные однобортные борозды нарезают рядом с обычной двубортной выводной бороздой с ее нижней (по уклону) стороны. Вспомогательные борозды разбивают земляными перемычками на отсеки. К каждому отсеку

в зависимости от рельефа подключают от 10 до 40 поливных борозд. Воду из оросителя или двух смежно расположенных оросителей подают в выводную борозду, а из нее через прокопы в несколько отсеков вспомогательной борозды. Из отсеков вода самотеком поступает в поливные борозды (рис. 27). При этом методе распределения воды один поливальщик управляет расходом от 70 до 150 л/сек.

Выводные борозды нарезают без уклона или с уклоном не более 0,001. Производительность труда поливальщика при поливе из вспомогательных однобортных распределительных борозд достигает 3,5 га за смену.

Распределение воды с помощью однобортной вспомогательной борозды рекомендуется в том случае, если трассы под выводные борозды не спланированы.

Распределение воды с помощью однобортной выводной борозды. При нарезке однобортных выводных борозд грунт отсыпается на одну (верхнюю по уклону) сторону, а в сторону подачи воды поливные борозды или вовсе не пересыпаются землей и остаются открытыми, или пересыпаются слегка (рис. 28). Выводные борозды можно нарезать как по безуклонным (горизонтальным) трассам, так и с уклоном не более 0,001. Трассы перед нарезкой намечают нивелиром.

Горизонтальные однобортные борозды целесообразно нарезать на участках, где нет поперечных уклонов. При значительных поперечных уклонах на поливном участке однобортные выводные борозды проводят с уклоном до 0,001.

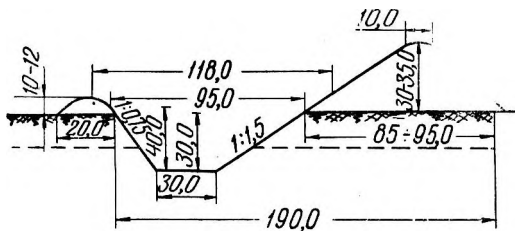


Рис. 28. Поперечное сечение однобортной выводной борозды (размеры в см).

Однобортные выводные борозды нарезают после поливных борозд, а затем проводят временные оросители. Во время полива из однобортных горизонтальных выводных борозд воду подают одновременно из двух смежно расположенных оросителей в одну горизонтальную выводную борозду, откуда она самотеком поступает во все поливные борозды, прилегающие к этому отрезку выводной борозды (рис. 29).

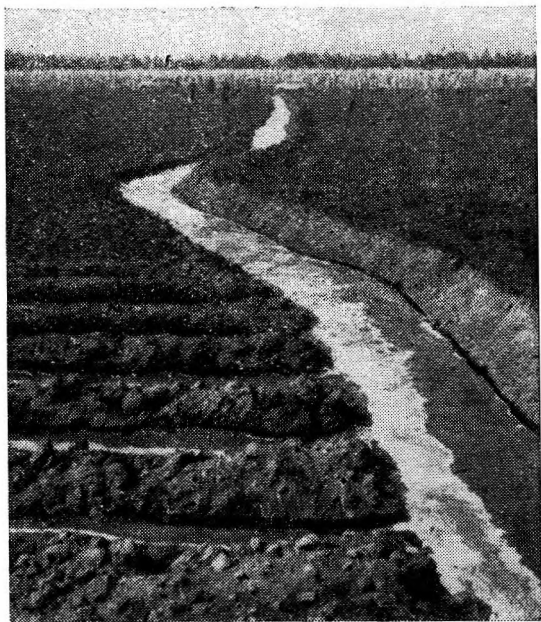


Рис. 29. Влагозарядковый полив из однобортной горизонтальной выводной борозды.

При поливе из однобортной выводной борозды, нарезанной с уклоном, вода подается из одного оросителя. В конце выводной борозды

устанавливают щит. Вода достигает щита, ее горизонт поднимается, и она самотеком поступает в поливные борозды, на которые распространяется подпор воды со стороны щита. По мере поступления воды в борозду щит переносят вверх по уклону выводной борозды и устанавливают перед теми бороздами, по которым вода еще не дошла до конца, и т. д.

При этом способе распределения воды производительность труда поливальщика достигает 3—6 га за смену при хорошем качестве полива, в зависимости от величины поливного тока и поливной нормы.

Полив из однобортных выводных борозд рекомендуется на спланированных полях при обязательной планировке и выравнивании трасс под выводные борозды. Трассы планируют один раз в несколько лет. Один раз в два года их только выравнивают длиннобазовыми планировщиками.

Распределение воды быстроразборными металлическими трубопроводами с насадками повышенного сопротивления (РТП-180). В этом случае выводную борозду заменяют трубопроводом (рис. 30), в стенке которого устроены водовыпуски (через 60—70 см по длине). Они регулируют подачу воды, гасят излишний напор, обеспечивают свободное истечение воды

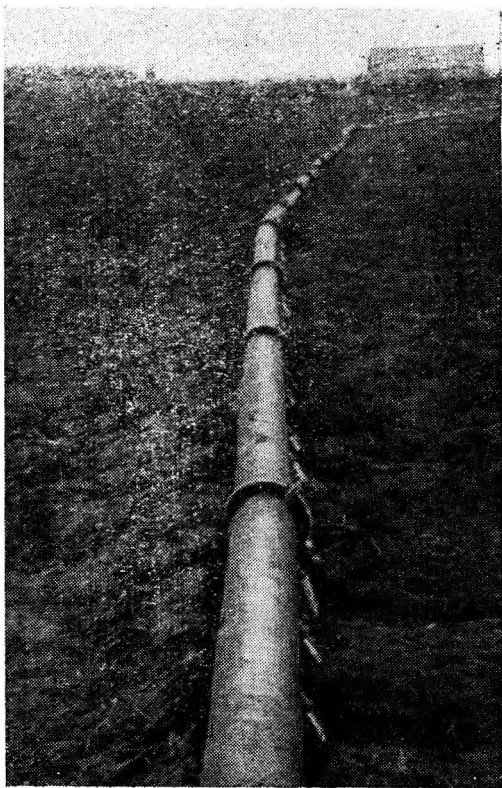


Рис. 30. Быстроразборный металлический по-
ливной трубопровод РТП-180 с насадками
повышенного сопротивления.

в борозды и предохраняют их от размыва.

В зависимости от напора в трубопроводе водовыпуски пропускают расход воды 0,3—0,6 л/сек. Если необходимо увеличить расход воды в борозду, когда полив ведут на сильно-проницаемых и средневодопроницаемых почвах и при малых уклонах, водовыпуски делают сдвоенными.

Наилучший режим работы трубопровода устанавливается, когда напор в начале трубопровода достигает 0,3—0,6 ат. Минимальный напор, при котором трубопровод может работать, составляет 0,1 ат.

Небольшие неровности и обратные уклоны по трассе существенно не влияют на равномерность поступления воды в борозды.

Поливной трубопровод изготавливают длиной до 100 м из стандартных тонкостенных стальных труб. Каждая секция таких труб длиной 5 м с раструбным соединением и резиновым уплотнением весит 42 кг.

Поливной трубопровод может работать от закрытой и от открытой оросительной сети. Для того чтобы подать воду от закрытой оросительной сети, трубопровод подсоединяют к гидранту.

От открытой оросительной сети воду в поливной трубопровод подают при помощи навесной

насосной станции ННС-8К-18, которая обеспечивает расход до 100 л/сек и напор 6—7 м вод. ст.

Поливной трубопровод с насосной установкой обслуживают 2—3 человека, а при поливе из закрытой сети — 1—2 человека. Производительность поливного трубопровода достигает 2—2,5 га за смену.

При поперечной схеме расположения оросителей поливной трубопровод располагают вдоль оросителя. С одной позиции на другую его перетаскивают волоком на тракторе. Для этого трубопровод снизу оборудуют специальными лыжами. Чтобы переместить трубопровод с одного оросителя на другой, его разбирают на секции, перевозят на новую трассу и вновь собирают.

При продольной схеме расположения оросителей расстояние между ними должно быть равно двойной длине поливного трубопровода.

С одной позиции на другую трубопровод перетаскивают волоком поперек оросителей в направлении трасс под выводную борозду. При перемещении трубопровода на новую трассу его разбирают на секции, перевозят и вновь собирают.

Распределение воды с помощью поливного трубопровода целесообразно в предгорных

районах, а также на орошаемых участках с большими уклонами (свыше 0,008), где подачу воды в борозды нужно строго дозировать (ограничивать), чтобы не происходила эрозия почвы во время полива. В этих условиях поливной трубопровод наиболее целесообразно применять в сочетании с закрытой или комби-

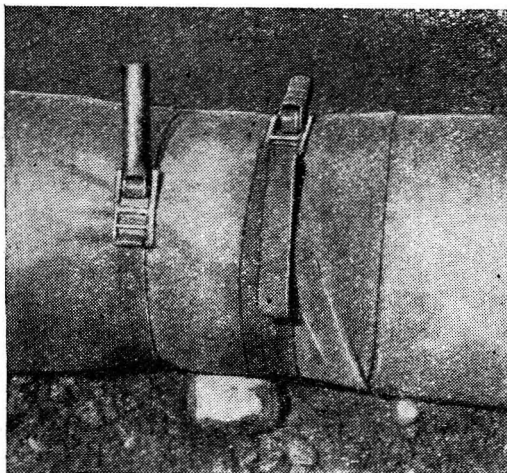


Рис. 31. Соединение отдельных звеньев гибкого трубопровода (шланга) с помощью патрубков и зажимных хомутов.

нированной оросительной сетью, где напор в трубах, необходимый для распределения воды, можно получить за счет естественного уклона орошаемого участка.

Распределение воды гибкими поливными трубопроводами. Поливное устройство из гибких шлангов, предложенное ВНИИГиМ, заменяет всю временную оросительную сеть (выводные борозды и временные оросители). Оно состоит из нескольких звеньев транспортирующих трубопроводов длиной по 130 м (диаметром 350—420 мм) и 3-4 поливных трубопроводов длиной от 120 до 200 м (диаметром 200—350 мм). Между отдельными звеньями транспортирующего трубопровода вставляют тройники или патрубки, на которые с помощью хомутов крепят отдельные звенья гибкого шланга (рис. 31). Через 60—70 см по длине поливного трубопровода устроены водовыпускные отверстия, окованные оцинкованным железом и оборудованные регулировочными клапанами.

Вода из участкового канала подается в транспортирующий трубопровод сифоном-водовыпуском или из железобетонного лотка, подсоединенного к водовыпуску (рис. 32). Для нормальной работы поливного устройства необходимо, чтобы горизонт в участковом канале или лотке был на 70—80 см выше поверхности

поля. Вода из транспортирующего трубопровода подается в поливной, откуда она одновременно или за несколько тактов поступает в борозды.

Чтобы вода равномерно распределялась по всей длине поливного трубопровода, нужно хорошо выровнять трассу и придать ей уклон порядка 0,001. В противном случае усложняется равномерная подача воды по длине поливного трубопровода и поливальщику приходится

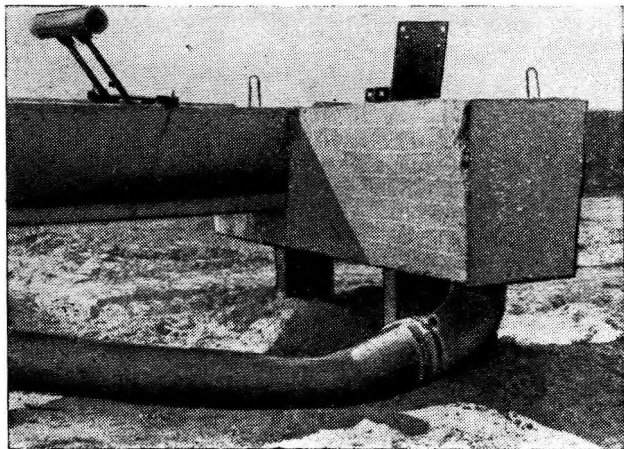


Рис. 32 Подсоединение гибкого трубопровода к водовыпуску железобетонного лотка.

много тратить времени на регулировку подачи воды в борозды.

Трубопровод раскладывают и сматывают при помощи намоточного устройства на тракторе КДП-35 или «Беларусь».

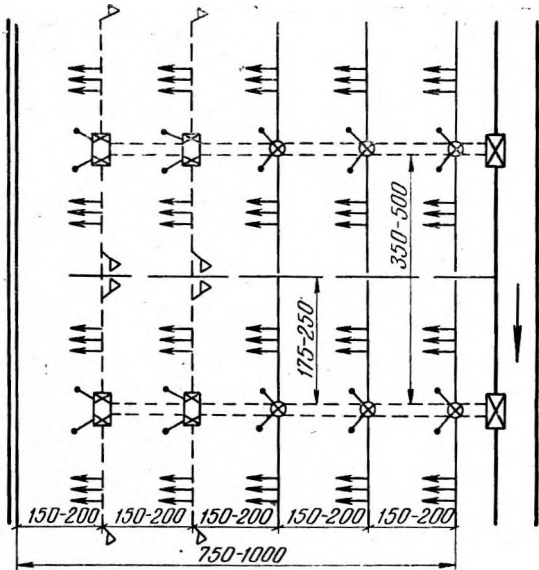
Существенный недостаток полиэтиленовых шлангов — их малая прочность.

В настоящее время выпускают шланги из капроновой мелиоративной ткани (диаметром 200, 250, 300, 350, 420 мм), которые имеют высокую прочность и хорошую эластичность. Капроновые шланги могут работать с рабочим напором до 1 ат. Недостаток капроновых шлангов — их высокая стоимость.

Применять гибкие поливные шланги (трубопроводы) для влагозарядковых, предпосевных и вегетационных поливов орошаемых культур можно на участках с уклонами от 0,002 до 0,015 и при малой водопроницаемости почвы.

Недостаток гибких - шлангов — их заиляемость. Избежать заиления трубопроводов можно при условии, что крупность наносов не будет превышать 0,1 мм, а их количество более 1 г/л. Кроме того, средняя скорость воды в трубопроводе должна быть не менее 0,7—0,8 м/сек.

Автоматизация поливов при помощи комбинированной сети. Этот способ заключается в замене открытой оросительной сети комбинированной, состоящей из



- 1
- 2
- 3
- 4
- 5

- 6
- 7
- 8
- 9

подземных стационарных трубопроводов и надземных переносных гибких полиэтиленовых шлангов (рис. 33). Он целесообразен при больших уклонах (свыше 0,01—0,015). В нижней части участка за счет уклона в подземном транспортирующем трубопроводе создается напор от 1,5 до 6 м, и вода распределяется закрытым стационарным трубопроводом. Верхнюю часть участка, где напор воды небольшой (меньше 4 м), поливают с помощью передвижных гибких трубопроводов.

Из транспортирующего трубопровода в поливной вода подается с помощью задвижки, установленной в распределительном колодце под напором 4—6 м. Закрытый поливной асбестоцементный трубопровод прокладывают на глубине 35—45 см от поверхности земли.

По длине на расстоянии, равном ширине междурядий поливаемых культур, делают

Рис. 33. Схема автоматизации полива с помощью комбинированной системы закрытых стационарных транспортирующих и поливных трубопроводов и гибких передвижных полиэтиленовых трубопроводов:

1 — хозяйственный открытый канал; 2 — транспортирующий закрытый стационарный трубопровод; 3 — поливной закрытый стационарный трубопровод; 4 — место расположения переносных гибких полиэтиленовых шлангов; 5 — направление полива; 6 — водозаборное сооружение; 7 — распределительные колонки с двумя задвижками для подачи воды в полиэтиленовые шланги; 8 — распределительные колодцы для подачи воды в поливные трубопроводы; 9 — дроссельные промывные задвижки.

отверстия диаметром 3—8 мм. Вода, выходя из этих отверстий, пробивается в виде отдельных родников на поверхность в каждое междурядье и далее движется по борозде.

Гибкий поливной трубопровод присоединяется к гидрантам, установленным на транспортирующем трубопроводе в верхнем участке его.

Для равномерного распределения воды в борозды трассе поливного трубопровода придают уклон 0,001.

Орошение дождеванием

Дождевание в последние годы получило у нас широкое распространение.

При дождевании полностью механизуется полив. При орошении дождеванием можно точно и в широких пределах регулировать величину поливной нормы от 30 до 500—800 м³/га. Это позволяет обеспечивать близкий к оптимальному водно-воздушный режим почвы и регулировать глубину увлажнения почвы.

Дождевание позволяет вместе с оросительной водой вносить в почву удобрения и может быть использовано для опрыскивания растений ядохимикатами при борьбе с сельскохозяйственными вредителями.

Орошение дождеванием наиболее целесообразно применять на участках с близким зале-

ганием грунтовых вод (менее 3 м), на просадочных землях и на орошаемых полях с близким расположением от поверхности сильно засоленных горизонтов почвы, где необходима подача небольших поливных норм; на орошаемых землях с малыми уклонами и неровным рельефом, а также на почвах с сильной водопроницаемостью, где поверхностное орошение малопродуктивно и часто сопряжено с подачей больших поливных норм. Дождевание от закрытой оросительной сети выгодно применять также в предгорных районах, где напор в трубах, необходимый для распыления воды аппаратами в дождевые капли, обеспечивается естественной разностью отметок каналов и орошаемых земель, в результате чего не требуются дополнительные затраты механической энергии.

В этих условиях особенно эффективно дождевание стационарными и полустационарными установками, работающими за счет естественных напоров. Такие самонапорные дождевальные установки построены на Грозненской опытно-мелиоративной станции ЮжНИИГиМ, в колхозе «Инглаб» и на Шамхорской опытно-мелиоративной станции Азербайджанской ССР, где используются различные дождевальные установки — короткоструйные, средне-струйные и дальнеструйные (рис. 34).

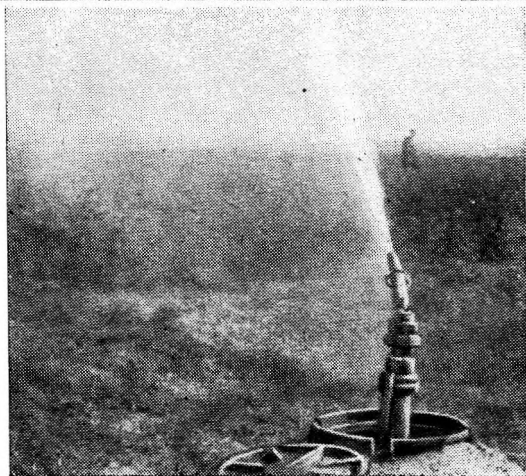
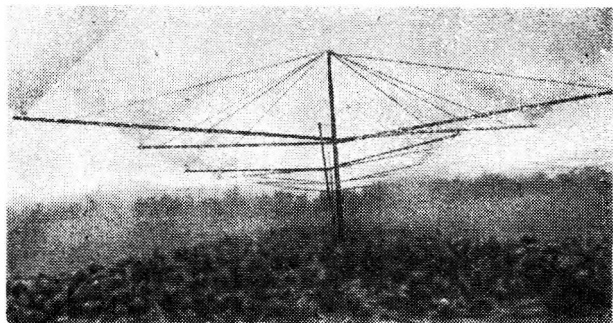


Рис. 34. Стационарные дождевальные установки, работающие на самонапорной закрытой сети трубопроводов.
вверху — короткоструйная; *внизу* — дальнеструйная.

Особенно целесообразны поливы дождеванием овощных культур, так как оно лучше всего сочетается с механизацией возделывания этих культур и позволяет подавать небольшие поливные нормы для получения всходов мелко-семянных культур.

Для орошения дождеванием применяют в основном дальнеструйные и короткоструйные машины и установки.

Из короткоструйных дождевальных машин и установок в орошаемых хозяйствах наиболее распространены двухконсольный дождевальный агрегат ДДА-100М и короткоструйная дождевальная установка КДУ-55М.

Установка КДУ-55М работает позиционно. Продолжительность работы на одной позиции

Т а б л и ц а 4 3

**Продолжительность стоянки на позиции КДУ-55М
в зависимости от величины поливной нормы**

Поливная норма, $m^3/га$	Время стоянки на позиции, мин	Поливная норма, $m^3/га$	Время стоянки на позиции, мин
100	10	500	50
200	20	600	60
300	30	700	70
400	40	800	80

определяется величиной поливной нормы, которую необходимо обеспечить при орошении той или другой культуры (табл. 43).

КДУ-55М работает от закрытой оросительной сети с забором воды из гидрантов.

Дождевальная машина ДДА-100М работает от открытой временной оросительной сети как в движении, так и позиционно.

ДДА-100М представляет собой двухконсольную треугольного сечения ферму длиной 110 м, которая навешивается на трактор ДТ-54А или ДТ-75. Верхний пояс фермы изготовлен из стального стержня, а два нижних состоят из водопроводящих труб диаметром в начале консоли 114 мм, а в конце 51 мм. Пояса фермы соединяются между собой трубчатыми стержнями (стойки и распорки) и растяжками из круглой стали (рис. 35).

Консоль состоит из 13 панелей, на каждой из которых с двух сторон фермы имеются 52 короткоструйные насадки и 2 среднеструйные по концам фермы. При поливах в ветреную погоду насадки поворачивают вниз.

В центре ферма имеет поворотное кольцо из водопроводящей трубы, которое опирается на четыре роликовые опоры, жестко установленные на штоках гидроподъемника. Это дает возможность поворачивать ферму по ходу машины в транспортное положение.

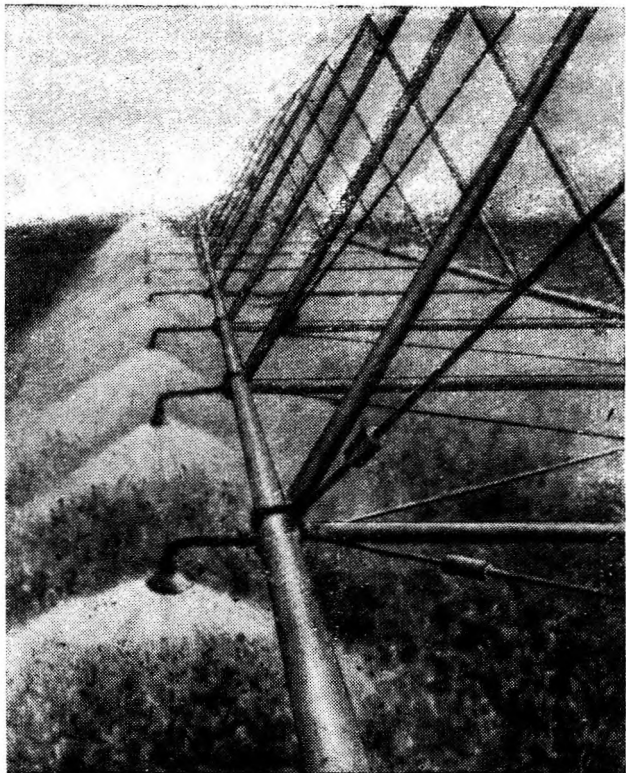


Рис. 35, Крыло двухконсольного дождевального агрегата ДДА-100М.

Наличие у машины гидроподъемника позволяет поднимать или опускать консоли при движении трактора по неровной поверхности, поддерживая их в горизонтальном положении. На тракторе сзади установлен центробежный насос 8К-12, который подает воду в дождевальное крыльцо. Он оборудован всасывающей линией для забора воды из временного оросителя и приводится в действие от вала отбора мощности трактора ДТ-54А (ДТ-75). Для внесения минеральных подкормок с оросительной водой агрегат имеет специальный бак-подкормщик. Смеситель и дозатор подкормщика приводятся в действие от звездочки заднего моста трактора при помощи цепной передачи.

Короткоструйная дождевальная установка КДУ-55М состоит из двух дождевальных крыльцов и вспомогательного трубопровода. Каждое крыло имеет 30 пятиметровых дюралюминиевых труб диаметром 100 мм, 15 труб с насадками, смонтированными на муфте, и 15 труб сквозных. Вспомогательный трубопровод состоит из 11 пятиметровых тонкостенных труб и патрубка для подсоединения дождевальных крыльцов к гидранту стационарного трубопровода.

Сначала собирают одно дождевальное крыло, подключают его с помощью вспомогательного трубопровода к гидранту и пускают в дей-

ствии установку. Во время полива из первого крыла поливальщики собирают второе, которое пускают в работу после окончания полива из первого крыла, и т. д.

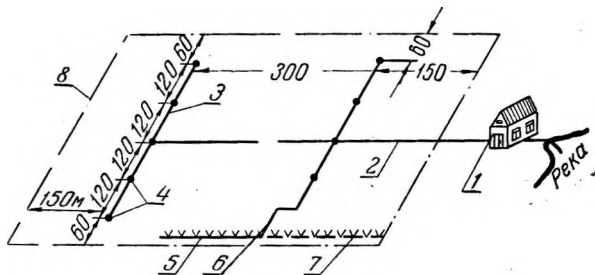


Рис. 36. Схема закрытой напорной системы для КДУ-55М:

1—насосная станция; 2 — главный трубопровод; 3 — распределительный трубопровод; 4 — гидранты; 5 — дождевальное крыло в работе; 6—вспомогательный переносной трубопровод; 7 — второе дождевальное крыло, подготавливаемое к поливу; 8—граница поливного участка.

КДУ-55М применяют для орошения небольших участков, в основном при использовании вод местного стока. Наиболее типичная схема такого участка показана на рисунке 36. В последнее время при поливе КДУ-55М используют среднеструйные насадки СДА-2 (ПСДУ-25). В результате этого ширина захвата

**Эксплуатационно-техническая характеристика коротко-
струйных дождевальных машин и установок**

Показатели	Марки дождевальных машин и установок	
	ДДА-100М	КДУ-55М
Ширина захвата, м	120	120
Длина захвата, м.....	16	10
Расход воды, л/сек.....	94—100	25
Рабочий напор насоса, гидранта, м вод. ст	25	25
Марка насоса (при работе от навесной насосной станции)	8К-12 Спец.	Разд.
Марка трактора, на который навешена дождевальная машина	ДТ-54А и ДТ-75	—
Действенная интенсивность дождя, мм/мин.....	2,4-2,5	1,25
Крупность капель дождя, мм	До 1	—
Средний коэффициент использования рабочего времени .	0,7—0,8	0,75—0,8
Производительность на поливе при поливной норме 360 м ³ /га, га/час.....	0,72	0,2

Показатели	Марки дождевальных машин и установок	
	ДДА-100М	КДУ-55М
Примерная стоимость гектара полива при поливной норме 360 м ³ /га (в зависимости от использования машин в течение оросительного периода), руб. за 1 га	3 ⁹⁰ -5 ³⁰	
Расстояние между оросителями при закрытыми трубопроводами, м.....	120	240
Расстояние между гидрантами, м.....	—	120
Вес машины, кг:		
без трактора	4 460—4 160	
с трактором	10 800—10 500	
Количество обслуживающего персонала, чел.....	2	3
Слой дождя, выливаемый за один проход, мм.....	6,8-7,5	—
Рабочая скорость, м/час:		
вперед	411	
назад	370	
Транспортная скорость, км/час	4,3	-

повышается с 10 м до 20—25 м и вдвое сокращается число позиций при орошении одной и той же площади.

Дальнеструйные машины (ДДН-45, ДДН-50, ДДА-59) навешиваются на гусеничные тракторы ДТ-54А, ДТ-75, ДТ-74 и приводятся в действие от вала отбора мощности.

Машины работают позиционно, забирая воду из оросительных каналов, нарезаемых канавокопателями через 80 м (для ДДН-45 и ДДА-59) или через 90 м (для ДДН-50) один от другого.

Вода подается насосом и через напорный патрубок аппарата под большим давлением разбрызгивается из двух стволов (сопел) по кругу или по сектору. Большая струя орошает периферийную часть круга, а малая — центральную. Стоянки дождевальных машин вдоль оросителя устраивают через 45—60 м, в зависимости от скорости ветра.

Дождевальные машины ДДН-45 и ДДН-50 оборудованы баком-подкормщиком для подкормки растений удобрениями одновременно с поливом.

Дождевание дальнеструйными машинами менее выгодно, чем короткоструйными, так как стоимость полива в этом случае примерно в 1,4—1,6 раза больше. Однако в предгорных районах и в стесненных условиях (при наличии

телеграфных линий и электропередач, лесополос и т. п.) эти машины более приемлемы, так как обладают лучшей маневренностью, проходимостью и меньшей средней интенсивностью дождя.

Малая средняя интенсивность дождя позволяет успешно применять эти машины на почвах со слабой водопроницаемостью и при больших уклонах.

Основные характеристики дальнеструйных дождевальных машин приведены в таблице 45.

Подпочвенное орошение

Орошение из гончарных труб и кротовин.

При этом способе орошения корнеобитаемый слой почвы увлажняется снизу по заложенным в земле (на глубине 45—50 см) трубам или устроенным кротовинам в результате напорно-капиллярного подъема влаги. Подпочвенное орошение можно осуществлять по траншеям с пористыми заполнителями.

Полив по гончарным трубам или кротовинам возможен на почвах с хорошо выраженными капиллярными свойствами. На легких песчаных и супесчаных, а также на галечниковых почвах его применять нецелесообразно.

Эксплуатационно-технические показатели дальнеструйных дождевальных машин

Марка машины	Расход воды, л/сек	Рабочий напор, м	Марка трактора	Радиус полива, м
ДДН-45	33,4	55	ДТ-54А	60
ДДН-50	51,3	62	ДТ-75, Т-75	66
ДДА-59	36,0	62	ДТ-54А, ДТ-75	60

Продолжение

Коэффициент использования рабочего времени	Средняя интенсивность дождя, мм/мин	Площадь полива с одной стоянки, га	Производительность при поливной норме 300 м ³ /га, га/час	Площадь обслуживания за сезон, га	Вес машины, кг	Количество обслуживаемого персонала
0,7—0,8	0,2	0,5	0,25—0,3	40—70	650	1
0,7—0,8	0,24	0,6	0,36	50—80	360	1
0,7—0,8	0,2	0,5	0,25—0,3	40—70	458	1

При подпочвенном орошении на поверхности почвы нет поливной и временной оросительной сети. В результате этого создаются лучшие условия для механизации сельскохозяйственных работ и снижаются затраты труда на орошение, повышается использование орошаемых земель, обеспечиваются лучшие санитарные условия при орошении сточными водами. Верхний слой почвы глубиной 10—15 см остается сухим, что предохраняет испарение почвенной влаги, лучше сохраняется структура почвы и обеспечивается хороший воздушный режим почвы.

Обычные или пористые гончарные трубы длиной 30—40 см и диаметром 5—6 см укладываются на дне траншей на глубину 45—50 см через 1,4—2 м.

Вода в почву поступает через стыки труб, которые обсыпают пористыми материалами (гравием, щебнем). Если гончарные трубы пористые, то стыки заделывают наглухо, и вода из них проникает через стенки. Каждая линия трубопроводов длиной 100—200 м в начале соединяется с закрытым оросителем (распределительным трубопроводом) и внизу — с коллектором из асбестоцементных труб диаметром 150—200 мм.

Воду по сети закрытых трубопроводов подают в закрытый ороситель, из которого она

поступает в увлажнительные гончарные трубы и через пористые стыки или стенки в почву. Коллектор служит для отвода излишней почвенной влаги и освобождения системы осенью. Воду, поступающую в систему подпочвенного орошения из гончарных труб, осветляют и очищают от плавающего мусора. Такая система требует больших капитальных вложений, поэтому осуществлена лишь на отдельных экспериментальных участках.

Подпочвенное орошение по кротовинам диаметром 6—8 см, нарезаемым специальными машинами (кротователями) через 1—1,2 м, является наиболее дешевым, так как не требует большого количества материалов. Кротовины, устроенные в плотных грунтах на глубине 45—50 см, достаточно устойчивы в течение 1—2 лет. В настоящее время разрабатываются различные составы крепления кротовин для повышения срока их службы. Однако до сих пор еще не решена проблема подачи воды в кротовины.

Направленное регулирование уровня грунтовых вод. В последние годы разрабатывается принцип подпочвенного орошения за счет возможного регулирования уровня пресных грунтовых вод. Он основан на повышении уровня грунтовых вод до определенной оптимальной высоты в результате фильтрации оросительной воды из каналов и на поддержании его

в течение вегетационного периода, когда происходит потребление почвенной влаги орошаемой культурой.

Этот способ еще недостаточно изучен для различных почвенно-гидрогеологических условий, поэтому его можно применять осторожно и лишь там, где для этого имеются исключительно благоприятные почвенно-гидрогеологические условия (пресные грунтовые воды, близкое их расположение от поверхности, незасоленные почвы с хорошими фильтрационными и капиллярными свойствами, участок хорошо дренирован и нет угрозы ухудшения мелиоративного состояния прилегающей территории).

Механизация работ при планировке полей и устройстве временной сети

Механизация планировочных работ

В практике орошаемого земледелия различают два вида планировки земель: строительную (капитальную) и эксплуатационную (текущую).

Строительная планировка может быть сплошной или выборочной. Ее задача — улучшить естественный рельеф местности для нормального проведения поливов сельскохозяйственных культур. Строительную планировку выполняют в процессе строительства или переустройства оросительной системы.

В зависимости от рельефа местности объем работ по строительной планировке колеблется в больших пределах — от 50 до 700 m^3/ga . Срезаемый в процессе планировки грунт перемещают на расстояние от 20 до 300 м. Принятая точность планировки по высоте ± 5 см при поливе по бороздам и напуском по полосам и ± 3 см при поливе затоплением.

Цель эксплуатационной планировки — улучшить рельеф орошаемых полей, образовавшийся при сельскохозяйственной обработке почвы, а также нарезке и выравнивании временной поливной сети.

Эксплуатационную планировку орошаемые хозяйства проводят периодически. При производстве работ по планировке необходим геодезический контроль.

Исходные материалы для производства планировочных работ: план в горизонталях орошаемого участка в масштабе 1 :2000, проект планировочных работ и почвенная характеристика участка.

В состав работ при строительной планировке орошаемых полей входят: 1) вспомогательные работы; 2) перенос проекта в натуру; 3) срезка и перемещение грунта с повышенных мест в пониженные; 4) вспашка грунта; 5) Окончательное выравнивание поверхности орошаемого поля.

Плотные грунты в местах срезки рекомендуются предварительно рыхлить рыхлителями или тракторными плугами. На легких и сыпучих грунтах вспашка и рыхление не обязательны.

При эксплуатационной планировке выполняют два вида работ: вспашку грунта и выравнивание поверхности орошаемого поля.

Осенью эксплуатационную планировку проводят после вспашки поля на зябь, весной — перед посевом.

Вспомогательные работы. Непосредственным работам по планировке предшествуют вспомогательные (подготовительные), которые состоят в очистке орошаемых полей от кустарников, пней, камней и др. Эти работы выполняют кусторезами, корчевателями, тракторными граблями. К вспомогательным работам относятся также засыпка старых каналов, ям, резервов, разравнивание старых дамб и отвалов.

В большинстве случаев вспомогательные работы выполняют бульдозерами, так как дальность перемещения грунта обычно не превышает 50 м.

Перенос проекта в натуру. При переносе проекта планировки прежде всего восстанавливают нивелирные ходы вдоль временных оросителей, проложенные в процессе топографической съемки. Восстановленные нивелирные ходы закрепляют через 20 м. Для геодезического контроля при производстве планировочных работ и для исполнительной съемки устанавливают временные реперы на расстоянии 100 м друг от друга. Затем на участке оконтуривают и закрепляют границы срезок и подсыпок грунта. Контурсы можно отмечать валиками высотой

15—20 см, которые нарезают грейдерами или плугами.

Каждый контур среза или подсыпки маркируют вешками или специальными марками. Вешки длиной 1,5 м выставляют у каждого сторожка 20-метровой сетки. На них лоскутами двух разных цветов (срезки и подсыпки) от верха отмечают величины срезок (—) и подсыпок (+). На затесах вешек под лоскутами выписывают величины срезок и подсыпок. На специальных марках в виде деревянных колец высотой 0,5—0,6 м имеются фанерные таблички, на которых выписывают величины срезок (—) и подсыпок (+).

При спокойном рельефе, со срезками и подсыпками, не превышающими 20—30 см, кроме марок, забивают колышки-точки под проектную отметку.

Срезка и перемещение грунта с повышенных мест в пониженные. Эти работы выполняют бульдозерами и скреперами. Бульдозеры применяют при дальности перемещения грунта, не превышающей 50 м.

В таблице 46 приведены марки бульдозеров, используемых при производстве планировочных работ.

Направление движения бульдозеров зависит от взаимного расположения мест срезок и отсыпок грунта. Чаще всего они движутся «чел-

Бульдозеры, используемые при производстве планировочных работ

Показатели	ДТ-159В	ДТ-271	Д-259А	Д-494
Марка трактора	ДТ-51А	С-100 (или С-80)	С-100 (или С-80)	С-100ГП
Ширина захвата отвала, мм	2280	3030	3680	3030
Наибольшее заглубление, мм	150	1000	1000	380
Наибольший подъем, мм	600	900	1200	880
Угол установки ножа к продольной оси трактора, град	90	90	62—90	90
Скорости движения, км/час: рабочие	3,50—4,65	4,36	2,36	2,36—3,78
транспортные	6,28—7,90	6,45—10,15	6,45—10,15	6,45—10,15
Габаритные размеры с трактором, мм:				
длина	4300	5150	6290	5125
ширина	2280	3030	3680	3030
высота	2230	3050	2985	3050
Вес навесного оборудования, кг	1350	1580	2885	1530
Вес бульдозера с трактором, кг	6450	13300	14020	13530

ночным» способом, то есть к месту срезки грунта от места его подсыпки они возвращаются задним ходом, не делая поворотов. Это сокращает продолжительность цикла работы бульдозера и повышает его производительность, которая зависит от их типа, дальности перемещения и характера грунта.

Грунты при разработке их бульдозерами делятся на несколько групп. К I группе относятся: растительный слой, лесс естественной влажности, мягкие солончак и солонец, легкий и лесовидный суглинок, чернозем естественной влажности; ко II группе — жирная, мягкая и насыпная слежавшаяся глина, песок естественной влажности, суглинок тяжелый, супесок; к III — сухой и отвердевший лесс, сухой сыпучий песок, отвердевшие солончак и чернозем.

Грунты III группы, за исключением сухих сыпучих песков, предварительно рыхлят.

В таблице 47 приведена нормативная сменная производительность бульдозеров при производстве планировочных работ.

Практикой разработан ряд мероприятий, повышающих производительность бульдозеров. К их числу относятся следующие:

1. При работе в плотных грунтах нож отвала бульдозера заглубляется очень медленно. Чтобы ускорить заглубление ножа и заполнение отвала и тем самым увеличить производи-

Сменная производительность бульдозеров при планировке орошаемых земель, м²

Дальность перемещения грунта, м	Тип бульдозера								
	на тракторе ДТ-54А		на тракторе С-80		на тракторе С-100				
г	группа грунтов								
	II	III	I	II	III	I	II	III	
10	7000	5060	4118	14 000	10 770	9091	16 280	12 500	10 770
20	4321	3139	2593	8 537	6 731	5738	9 860	7 778	6 796
30	3125	2288	1900	6 140	4 700	4190	7 071	5 645	4 964
40	2448	1800	1489	4 800	3 724	3302	5 512	4 430	3 910
50	2012	1484	1228	3 933	3 084	2724	4 516	3 645	3 225
60	1708	1260	1045	3 333	2 632	2318	3 825	3 097	2 745
70	1483	1301	909	2 900	2 210	2018	3 318	2 692	2 390
100				2 071	1 659	1452	2 373	1 934	1 720

тельность бульдозера, рекомендуется предварительно рыхлить грунты. Кроме обычных рыхлителей и плугов, для рыхления применяют зубья, шарнирно укрепленные на петлях, которые приварены к тыльной стороне отвала бульдозера (рис. 37). При движении вперед и реза-

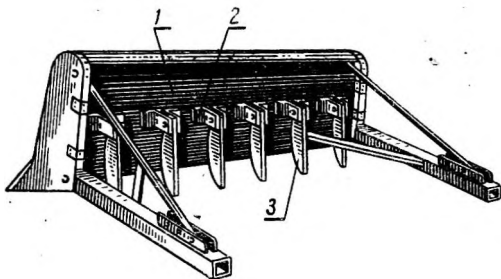


Рис. 37. Рыхлительные зубья на бульдозере:
1—отвал; 2 — шарнирное крепление зубьев; 3 — зубья

нии грунта ножом отвала зубья благодаря своей шарнирной подвеске из процесса рыхления отключаются. При движении машины задним ходом зубья заглубляются в грунт и разрыхляют его. Такой способ предварительного рыхления грунта в определенных условиях повышает производительность бульдозера на 30%.

2. При транспортировании грунта бульдозерами происходят его потери, значительно сни-

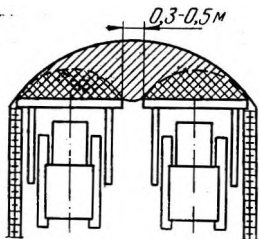


Рис. 38. Спаренная работа бульдозеров.

жающие производительность этих машин. Чтобы уменьшить потери грунта, его транспортируют одновременно 2—3 бульдозерами, движущимися параллельно друг другу с интервалом 0,3—0,5 м (рис. 38). Потери грунта при этом происходят только у наружных стенок отвалов бульдозеров.

Такой способ транспортирования грунта повышает производительность каждого бульдозера на 15—25%.

Кроме того, для уменьшения потерь грунта на отвале бульдозера устраивают открылки (рис. 39). Открылки могут быть прикреплены к отвалу болтами и шарнирно. Их устанавливают к отвалу под углом, величина которого зависит от характера разрабатываемого грунта.

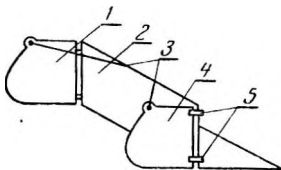


Рис. 39. Открылки на отвале бульдозера:
1 и 4 — открылки; 2 — отвал бульдозера; 3 — тяги; 5 — петли.

С увеличением дальности транспортирования грунта эффективность применения открылков увеличивается. Открылки можно изготовить в обычной мастерской.

При дальности транспортирования грунта более 50 м срезку грунта с повышенных мест и его перемещение в пониженные выполняют скреперами. Опыт производства работ по планировке орошаемых земель показал, что в этом случае скреперы являются основной землеройной машиной.

В Советском Союзе выпускаются прицепные и самоходные скреперы с ковшом емкостью от 1,5 до 15 м³. Тип скрепера выбирают в зависимости от дальности перемещения грунта, удельного объема работ при планировке, глубины

Таблица 48

Основные данные для выбора емкости ковша скреперов

Емкость ковша скрепера, м ³	Характеристика участка планировки		
	преобладающая глубина срезки, см	средний по участку удельный объем скреперных работ, м ³ /га	предельная дальность перемещения грунта, м
2,25—2,75	<15	<300	300
6—7	>15	>300	600

Характеристика колесных скреперов

Показатели	Л-138Б	Д-354	Л-222А	Д-374
Емкость ковша, м ³	2,25	2,75	6,5	8
Потребная тяга	ДТ-54А (ДТ-54)	ДТ-54А (ДТ-54)	С-100 (С-80)	С-100 (С-80)
Ширина захвата ковша, мм	1650	1900	2590	2590
Наибольшая глубина ре- зания, мм	150	150	300	320
Система управления	Гидравлическая	Гидравлическая	Канатная	Канатная
Разгрузка ковша	Свободная	Свободная	Полупринудительная	Полупринудительная
Габаритные размеры (без трактора), мм:				
длина	5350	5600	8800	8400
ширина	2050	2430	2990	2990
высота	2400	2400	3000	3090
Вес скрепера, кг	2360	2500	6600	6500

срезок грунта, сроков производства работ и др. Обычно при планировке орошаемых земель используют скреперы с емкостью ковша до 6—8 м³.

В таблице 48 приведены данные для выбора емкости ковша скреперов при выполнении ими планировочных работ.

В таблице 49 дана характеристика колесных скреперов, применяемых для планировочных работ.

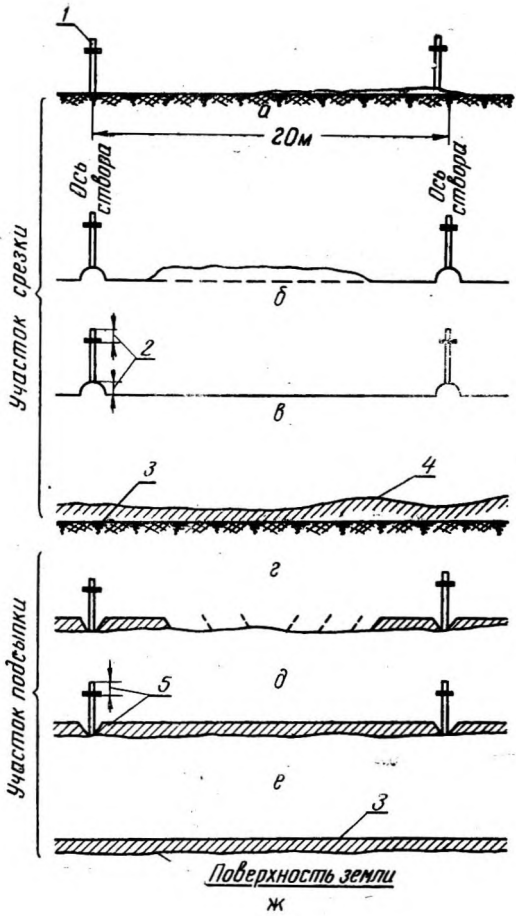
Технологические схемы работы скреперов зависят от рельефа поверхности планируемых орошаемых участков.

При резко выраженных уклонах в направлении полива и поперечной изрезанности рекомендуется планировка по створам или полосам шириной 20 м, а при слабо выраженных уклонах и наличии замкнутых повышений и понижений рельефа — по контурно-полосовой схеме.

При планировке по полосам (рис. 40) вначале по краям створа планируют контрольные

Рис. 40 Последовательность разработки полосы:

а — полоса, обставленная разбивочными вехами; *б* — последовательность срезки грунта продольными проходами скрепера; *в* — полоса после срезки (оставлены маячные полосы и разбивочные вехи); *г* — вехи убраны, разбивочные полосы разровнены; *д* — последовательность подсыпки продольными проходами скрепера; *е* — полоса после подсыпки (оставлены полосы под вешками); *ж* — вехи убраны, разбивочные полосы разровнены. 1 — веха; 2 — величина срезки; 3 — проектная поверхность; 4 — поверхность полосы до планировки; 5 — величина подсыпки.



полосы-ориентиры. Скрепер движется вдоль створа без поворотов, срезая и отсыпая грунт согласно данным, указанным на маркировочных знаках. При движении в обратном направлении планировка ведется по соседнему створу. Спланированные полосы-ориентиры проверяет и принимает мастер, который руководит планировочными работами, после чего приступают к планировке средней части створа. После проверки мастером выполненных работ на всей полосе снимают разбивочные вешки, срезают и разравнивают маячные полосы.

При работе скреперов по контурно-полосовой схеме (рис. 41) вначале, так же как и в предыдущем случае, планируют полосы-ориентиры на створах шириной 20 м, а затем среднюю часть створа. Разница заключается в том, что при планировке по контурно-полосовой схеме границами срезок и подсыпок грунта служат валики, выполненные грейдерами, на нулевых отметках контура. Величины срезок и подсыпок указаны на маркировочных знаках.

При производстве работ скреперами по рассмотренным технологическим схемам полосы-ориентиры, выполненные в первую очередь, значительно облегчают работу скреперистов и обеспечивают высокое качество работ.

Внутрихозяйственный распределитель

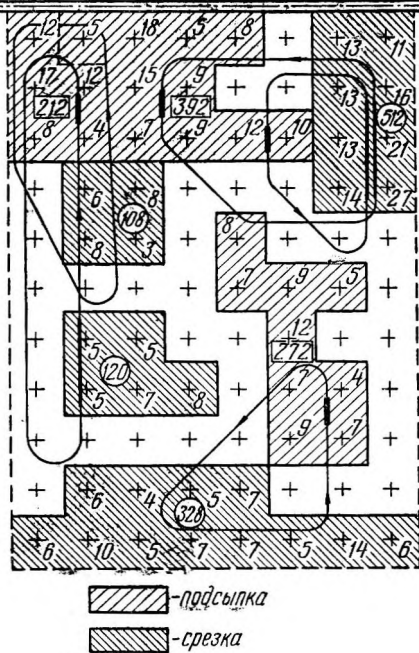


Рис. 41. Схема организации работы скреперов по контурно-полосовой схеме.

Для контроля за ходом скреперных работ применяют визирки различной конструкции (инж. Д. Д. Настенко, И. А. Дзядевич, П. Ф. Лебедев).

Производительность скреперов зависит от емкости ковша, дальности перемещения и характера грунта. Грунты при разработке их скреперами распределяют по группам следующим образом. К I группе относятся: растительный слой, лесс естественной влажности, мягкие солончак и солонец, суглинок легкий и лессовидный, чернозем и каштановые земли естественной влажности; ко II группе — жирная мягкая глина, насыпная слежавшаяся глина, сухой лесс, песок всех видов, отвердевшие солончак и солонец, тяжелый суглинок, супесок, отвердевшие чернозем и каштановые земли; к III — сухие сыпучие барханные и дюнные пески, лессовидные сухие пылеватые суглинки.

В таблице 50 приведена нормативная сменная производительность скреперов при производстве планировочных работ.

Производительность скреперов в таблице 50 дана с учетом предварительного рыхления грунтов (кроме песков). Ее можно повысить прежде всего за счет сокращения продолжительности цикла его работы, состоящего из набора грунта, груженого хода, выгрузки

Сменная нормативная производительность колесных скреперов
при планировке орошаемых земель, м³

Дальность перемещения грунта, м	М а р к а с к р е п е р а						
	Д-183Б			Д-222А			
	г р у п п а г р у н т о в						
	І	ІІ	ІІІ	І	ІІ	ІІІ	
50	242	219	175	292	259	219	--
70	219	189	--	250	226	--	--
100	179	159	125	212	189	156	368
110	171	151	119	202	179	147	340
120	163	144	113	192	171	140	315
130	156	138	108	184	163	133	294
140	150	132	103	176	156	124	276
150	143	126	99	169	150	121	259
170	132	116	91	156	137	111	232
200	119	104	81	140	123	99	200
							292
							269
							250
							233
							219
							206
							184
							159

и возвращения к месту набора грунта. Так как эти операции на протяжении цикла выполняются на разных скоростях движения трактора, большое значение имеет выбор правильного режима скоростей.

Рекомендуется такой режим скоростей на протяжении цикла работы скрепера:

набор грунта ...	1-я скорость	
груженный ход:		
горизонтальный		
участок.....	2—4-я	"
при движении на		
подъем.....	1—2-я"	
выгрузка грунта ...	1-я	"
порожный ход	3—5-я	"

Выгружать грунт рекомендуется на 1-й скорости, так как в этом случае грунт распределяется сравнительно ровными слоями. Продолжительность цикла работы скрепера можно сократить, выбрав кратчайшее (в данных конкретных условиях) расстояние перемещения грунта.

На продолжительность цикла работы скрепера значительно влияет продолжительность набора грунта. Передовой опыт производства скреперных работ рекомендует следующие мероприятия, снижающие продолжительность набора грунта:

набор грунта при движении скрепера под уклон, при этом уклон не должен превышать 20° ;

предварительное рыхление грунта, выполняемое рыхлителями или плугами;

гребенчатую схему резания грунта (рис. 42,а); при этом способе набора грунта нож

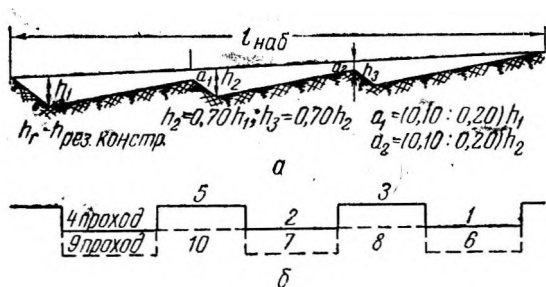


Рис. 42. Схемы набора грунта скреперами:

а — гребенчатая схема резания грунта; б — шахматная схема резания грунта.

устанавливают сначала на максимальную глубину резания, затем, по мере возрастания сопротивления грунта резанию, нож выглубляют до $0,8—0,9$ первоначальной величины его заглупления. Далее нож снова заглупляют до $0,7$ от первоначального заглупления и снова постепенно поднимают. Если нужно, операцию

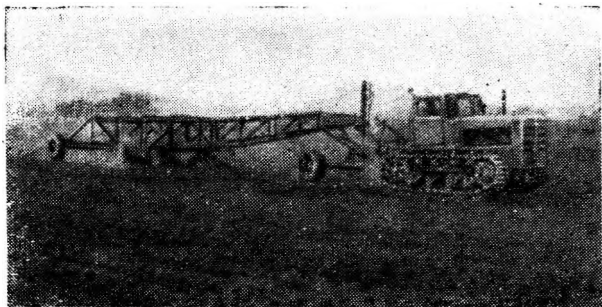


Рис. 43. Длиннобазовый планировщик П-2,8
в работе.

повторяют третий раз. Передовики производства добились этим приемом при работе скреперов с ковшами емкостью 6 м³ набора грунта с шапкой (коэффициент наполнения 1,1 — 1,2) при двух заглублениях в легких грунтах и трех заглублениях в тяжелых;

шахматно-ребристую схему резания (рис. 42,б). В этом случае в процессе набора грунт срезается сначала не по смежным полосам, а через одну, затем на промежуточных полосах. Последовательность срезки полос показана цифрами на рисунке. Передовые скреперисты при такой схеме резания грунта сокращают время его набора до 10% и увеличивают наполнение ковша грунтом.

Таблица 51

Характеристика длиннобазовых планировщиков

Показатели	ПС-2,75	П-2,8	П-4	ПТ-4А	ПЛН-10
Тип			Прицепной		Навесной
Потребная тяга	ДТ-54А	ДТ-54А	С-100Г	С-100 (С-80)	ДТ-54А
Конструктивная ширина захвата, м	2,75	2,8	4,0	4,0	2,27
Продольная база, мм	13 500	15 000	15 000	15 000	10 000
Емкость ковша, м ³	2,1	2,1	3,0	3,0	1,5
Габаритные размеры, мм:					
длина	15 000	13 000	11 920	16 973	13 400
ширина	3 000	3 100	4 370	4 414	2 416
высота	2 000	1 910	2 060	1 920	2 600
Вес, кг	3 100	2 620	3 350	3 670	3 100

Вспашка грунта и окончательное выравнивание орошаемого поля. Планируемые участки окончательно выравнивают длиннобазовыми планировщиками (рис. 43), а если их нет, грейдерами. Работе планировщика (или грейдера) предшествует вспашка участка, подлежащего

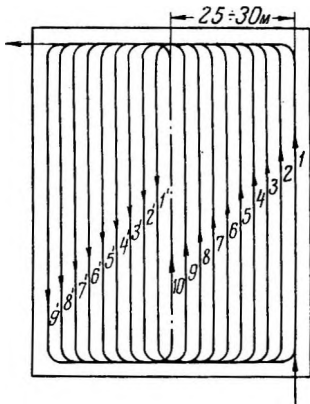


Рис. 44. Схема прохода планировщика по направлению полива загонным способом.

планировке, на глубину 15—20 см с оборотом пласта. В таблице 51 приводится характеристика длиннобазовых планировщиков, используемых при планировке орошаемых полей.

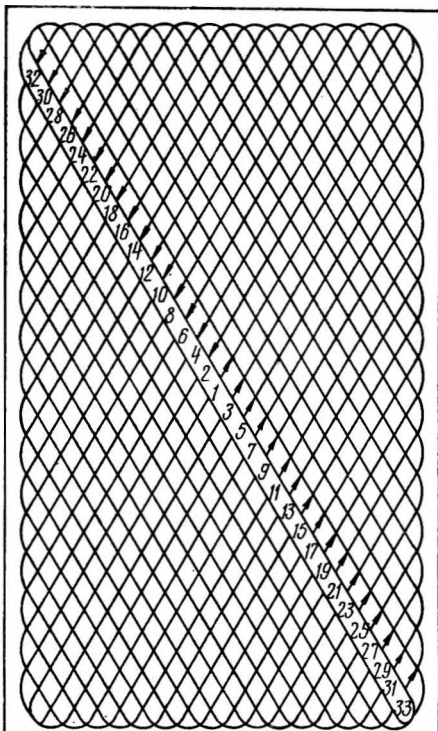


Рис. 45. Схема обработки планируемого участка двумя диагональными ходами:

1, 2, 3 и т. д. — последовательность проходов.

Поверхность планируемого участка выравнивают длиннобазовыми планировщиками в два или три следа (в зависимости от ее состояния). Во всех случаях последний проход делают в направлении полива загонным способом (рис. 44). Первые проходы проводят по взаимно пересекающимся диагональным ходам (рис. 45). Каждый последующий проход перекрывает предыдущий на 0,5 м. Ковш планировщика устанавливают в рабочее положение в зависимости от рыхлости грунта поверхности: при первых проходах на 3—4 см выше нулевой отметки, а при последнем — на 1 — 2 см.

Производительность длиннобазовых планировщиков зависит от длины гона. В таблице 52 приведена их сменная производительность за один проход.

Т а б л и ц а 52

Сменная производительность длиннобазовых планировщиков, м

Длина гона, м	Тип планировщика	
	ПТ-4А	ПС-2,75
200	8,0	4,7
300	9,0	5,4
500	9,9	5,8
1000 и более	10,8	6,7

Если в хозяйствах нет длиннобазовых планировщиков, то для окончательного выравнивания поверхности орошаемых полей можно использовать грейдеры, технология работы которых аналогична технологии работы длиннобазовых планировщиков.

Сменная производительность грейдеров за один проход: прицепной тяжелый грейдер (Д-20Б) — 5,8 га, прицепной средний (Д-241) — 4,2 га, тяжелый самоходный (Д-144) — 3,5 га.

Спланированную площадь принимают по плану в масштабе 1 :2000, составленному на основании данных исполнительного нивелирования по квадратам 20X20 м с сечением горизонталей через 0,1 м.

Лучшим контролем качества выполненных работ является проведение полива по спланированной поверхности. Работы по планировке принимают на основании проектно-технической документации комиссией, в состав которой входят представители управления эксплуатации оросительной системы, строительной организации, выполнявшей планировочные работы, и хозяйств-землепользователей.

Основная форма организации труда при производстве планировочных работ — комплексные механизированные отряды с разбивкой их на бригады. Состав отрядов устанавливают в зависимости от объемов работ и

площади планировки. Отряд может состоять из 2—3 бригад.

При сравнительно небольшом объеме работ основной производственной единицей при планировочных работах служит бригада, за которой закрепляют следующие механизмы: 5—6 скреперов, бульдозер, длиннобазовый планировщик (тяжелый грейдер), грейдер для вспомогательных работ, плуг для вспашки и рыхления грунта, грузовую автомашину.

Работой в отряде руководит производитель работ, а в бригаде — мастер.

Временными техническими указаниями по проектированию и производству планировоч-

Т а б л и ц а 5 3

Примерный состав отряда

Наименование исполнителей	в бригаде	в отряде
Прораб-инженер (обслуживание двух отрядов)	—	1
Мастер-инженер или гидротехник . . .	1	2—3
Старшие рабочие.....	1	2—3
Рабочие.....	2	4-6
Скреперисты	5-6	10—18
Бульдозеристы	1	1-3
Трактористы на планировщиках и грейдерах	1	1—3
Трактористы на плугах	1	1—2
Шоферы.....	1	1

ных работ на оросительных системах рекомендуется примерный состав отряда по планировке (табл. 53).

При необходимости в состав комплекта машин могут быть включены и другие машины: рыхлители, корчеватели и др.

Механизация работ при устройстве временной оросительной сети

Нарезка и заравнивание временных оросителей и выводных борозд. Временные оросители нарезают после выводных борозд по постоянно закрепленным трассам. Точками такого закрепления служат водовыпуск из участкового канала и столб, установленный за пределами поливного участка.

На участках со спокойным микрорельефом, обеспечивающим нормальный проектный уклон временных оросителей, специальной планировки полосы их трассы не требуется.

На участках со сложным микрорельефом необходимо провести планировку трасс на полосе шириной 4—5 м. Планировочные работы в этом случае состоят из перемещения грунта с повышенных мест в пониженные места временного оросителя, разравнивания грунта и уплотнения его.

В некоторых случаях, чтобы обеспечить командование временных оросителей, насыпают земляные подушки высотой не более 15 см с заложением откосов 1 :4. Для земляных подушек можно взять грунт, срезанный с бугров при планировке поливных участков. Отрывать резервы вдоль трасс временных оросителей для устройства подушек не допускается.

При планировке трасс временных оросителей грунт можно перемещать скреперами с ковшами емкостью 2,25—2,75 м³. При дальности перемещения грунта не более 50 м эту работу можно выполнять бульдозерами. В таблице 54 приведена нормативная сменная производитель-

Таблица 54

Нормативная производительность скреперов при насыпке подушек, м³

Дальность перемещения грунта, м	Емкость ковша скрепера, м ³			
	2,25		2,75	
	группа грунтов			
	I	II	I	II
50	295	270	341	323
70	259	233	304	269
100	218	194	250	233
150	172	153	197	183

**Нормативная производительность бульдозеров
при насыпке подушек, м³**

Дальность перемещения грунта, м	Тип трактора					
	ДТ-54			С-80 (С-100)		
	группа грунтов					
	І	ІІ	ІІІ	І	ІІ	ІІІ
10	467	350	280	933	737	609
20	264	197	159	570	467	391
30	184	137	111	419	341	288
40	141	105	85	329	269	224
50	115	83	69	270	222	189

ность скреперов при насыпке подушек под временные оросители, а в таблице 55 — производительность бульдозеров.

Грунт, доставленный на трассу временного оросителя, перед уплотнением разравнивают бульдозерами.

Грунт в подушках уплотняют кулачковыми катками весом 5 т в сцепе с трактором ДТ-54. Каток уплотняет полосу шириной 130 см. Каждый последующий проход катка должен перекрывать предыдущий на 20—30 см. Число про-

ходов катка по одному месту зависит от характера уплотняемого грунта и его влажности. Нормативная сменная производительность 5-тонного катка при одном проходе по одному месту:

длина гона, м. . . .	до 100	до 200	до 300	более 300
сменная производительность, м ² . . .	7954	10 606	12 069	14000

При большем числе проходов производительность катка уменьшают в соответствующее число раз.

Временные оросители и выводные борозды нарезают различного типа канавокопателями за 1—2 прохода.

Первый проход проводится с конца временного оросителя, второй — от участкового оросителя к границе поля. Двойной проход канавокопателя улучшает профиль, при необходимости увеличивает сечение канала, уплотняет дно и откосы канала, снижая тем самым потери воды на фильтрацию. В таблице 56 приведена характеристика некоторых канавокопателей, используемых для нарезки временных оросителей и выводных борозд.

Универсальные канавокопатели-заваливатели КЗУ-0,3, КЗУ-0,3Б и КЗУ-0,3В широко применяют в практике орошаемого земледелия.

Характеристика канавокопателей

Показатели	КОР-500А	КЗУ-0,3	КПУ-2000А
Потребная тяга	С-100ГС	ДТ-54и др.	ДТ-54
Размеры выполняемого канала, см:			
глубина выемки . .	60	25	30
высота насыпки в дамбах	44	20	50
ширина по дну. . .	50	30	30-40-50
Заложение откосов . .	1:1	1:1	1:1
Габаритные размеры (без трактора), мм:			
длина	3000	2200	5300
ширина	3040	2200	2840
высота.....	3050	1250	1160
Вес (без трактора), кг	2900	486	398
Производительность, км/час.....	0,75	1,5	3,5

Универсальный канавокопатель-заравниватель КЗУ-0,3Б предназначен для нарезки временных оросителей, выводных и вспомогательных борозд, заравнивания временных оросителей, выводных и вспомогательных борозд, подделки валиков (пал), разравнивания валиков (пал) и глубокого рыхления почвы.

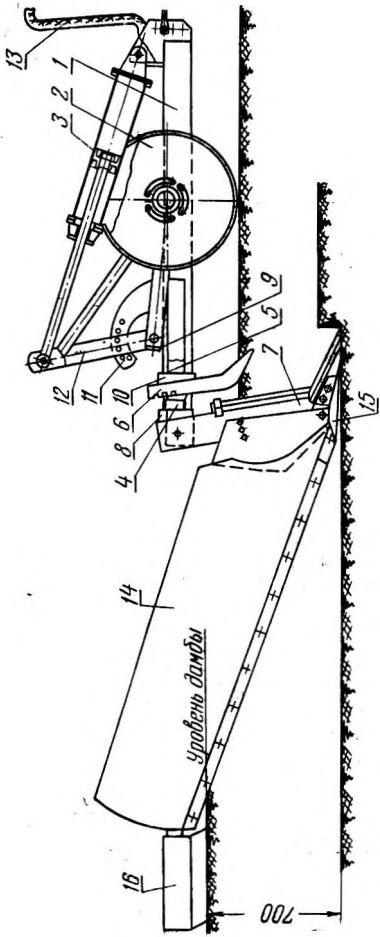


Рис. 46. Канавокопатель КПВ-2000А;

1 — рама машины; 2 — колесный ход; 5 — гидравлический подъемник; 4 и 5 — пазы; 6 — боковой рыхлитель; 7 — передняя стойка; 8 — клин; 9 — скоба; 10 — клин; 11 — кронштейн; 12 — стойка; 13 — шланг гидропривода; 14 — канавокопатель; 15 — лемех; 16 — бермоочиститель.

В соответствии с перечисленными видами работ КЗУ-0,3Б имеет комплект навесных сменных органов: канавокопатель «300», правый и левый отвалы и рыхлитель.

Для выравнивания временных оросителей, выводных и вспомогательных борозд у КЗУ-0,3Б имеются отвалы, соответствующим образом расположенные на раме орудия. Правый и левый отвалы устанавливают симметрично по обе стороны орудия под углом 30° к линии тяги по ходу орудия.

Универсальный канавокопатель КПУ-2000А (рис. 46) предназначен для нарезки и выравнивания временных оросителей, выводных и вспомогательных борозд, поделки валиков (пал), выравнивания валиков (пал), планировки орошаемых участков и рыхления почвы и ее подпахотного слоя.

На универсальной раме в зависимости от характера выполняемых работ закрепляют различные сменные рабочие органы: плужный двухотвальный канавокопатель со сменными лемехами; двухотвальный палоделатель; скрепер с ковшем емкостью $0,65 \text{ м}^3$; рыхлитель.

Канавокопатель может выполнять каналы шириной по дну 30, 40 и 50 см. Для этого он имеет сменные лемехи, прикрепляемые к передней части стойки. Кроме того, канавокопатель имеет бермоочистители.

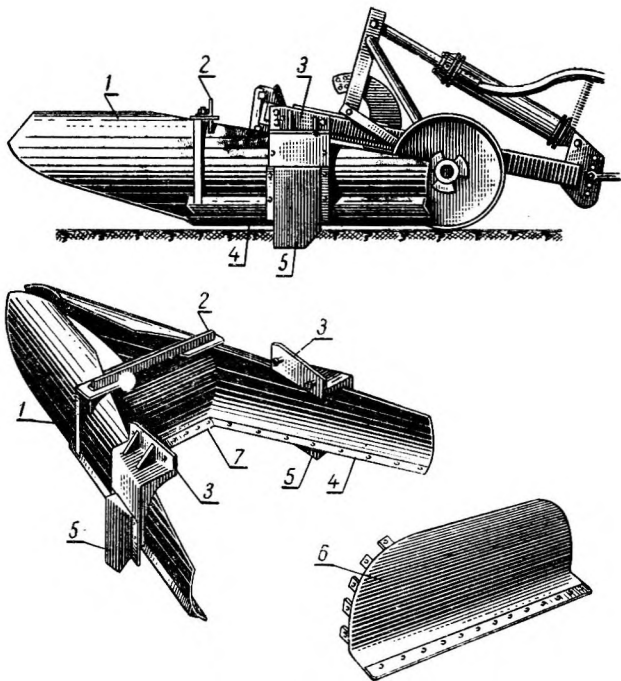


Рис. 47. Палоделатель КПУ-2000А:

1 — отвал; 2 — уголок; 3 — кронштейн; 4 — нож отвала; 5 — полевая доска; 6 — съемная стенка; 7 — нож стенки.

Для заравнивания временных оросителей и выводных борозд на КПУ-2000А (рис. 47) есть сменный рабочий орган — палоделатель, состоящий из двух цилиндрических отвалов. Угол в плане между отвалами, установленными на раме, равен 50° . Для засыпки канала вровень с поверхностью земли палоделатель имеет съемную стенку, которая устанавливается и закрепляется между отвалами.

30Р-500 — навесной сменный рабочий орган на универсальную раму РАНР-2, выпускается в комплекте с канавокопателем КОР-500А. Он состоит из двух отвалов (правого и левого) с углом в плане 70° . В агрегате с заравнивателем трактор С-100ГС при работе движется задним ходом.

Технология процесса заравнивания временных оросителей выводных и вспомогательных борозд заключается в следующем: трактор движется вдоль оси канала (борозды) так, что канал (борозда) находится между его гусеницами. При движении трактора отвалы палоделателя срезают дамбочки, расположенные по бокам канала (борозды), и грунт по отвалам перемещается к выходной щели, образуя в канале земляной валик. После оседания валика поверхность трассы канала становится ровной.

Выводные борозды можно нарезать и заравнивать навесным канавокопателем КПН, универсальным канавокопателем УКП и др.

Нарезка однобортных выводных борозд. Для нарезки однобортных выводных борозд применяют поворотный одноотвальный канавокопатель конструкции ЮжНИИГиМ. Одноотвальный канавокопатель нарезает за один проход

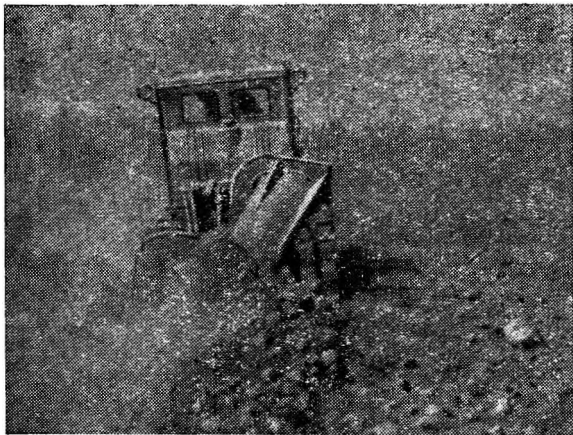


Рис. 48. Одноотвальный канавокопатель ОКП-1 в работе.

борозду глубиной 25—30 см, шириной по дну до 30 см, шириной поверху 80 см, с заложением откосов 1 : 1,5.

Канавокопатель (рис. 48) навешивают на трактор Т-74 или Т-75. Отвалы крепятся к козырмыслу, которое насаживается на шлицевую ось, закрепленную на раме.

Перед началом нарезки один отвал при помощи гидроцилиндра опускается в рабочее положение, при движении трактора он нарезает борозду.

После нарезки борозды в одном направлении отвал выглубляют, трактор разворачивают и заглубляют второй отвал так, чтобы отсыпаемый валик грунта был расположен в ту же сторону, что и предыдущий. Затем цикл нарезки борозды повторяют.

Заглубление отвала в грунт, выглубление и перевод его в транспортное положение осуществляются во время хода или стоянки трактора.

В том случае, если нет одноотвального канавокопателя, однобортные борозды можно нарезать за 1—2 прохода грейдером. В этом случае для того, чтобы исключить холостой ход грейдера, в конце каждой борозды нож его переставляют и вновь регулируют.

Нарезка поливных борозд. Поливные борозды нарезают в основном навесными культива-

торами-окучниками. Борозды получаютя треугольного сечения размерами:

	Проточные	Глубокие затапливаемые
глубина	12-18 см	22—25 см
ширина поверху . .	25—35 см	45—50 см
заложение откосов	1:1	1:1

К у л ь т и в а т о р - о к у ч н и к н а в е с н о й КОН-2,8. На раме культиватора-окучника установлены секции, расстояние между которыми меняется от 60 до 75 см, чем и определяется расстояние между нарезаемыми бороздами. Каждая секция имеет опорное колесо и держатели рабочих органов. Для нарезки борозд в держателе установлены пять окучивающих корпусов, которые при движении трактора выполняют борозды нужного поперечного сечения. Держатели вместе с окучивающими корпусами могут перемещаться по высоте, что позволяет изменять глубину нарезаемых борозд. Тягой для КОН-2,8 служат тракторы Т-28, Т-38, МТЗ-2 с гидравлическими подъемниками.

Борозды нарезают на 2-й скорости движения трактора.

Н а в е с н о й у н и в е р с а л ь н ы й к у л ь т и в а т о р - р а с т е н и е п и т а т е л ь КРН-4,2 выпускается в трех модификациях, из которых

КРН-4,2А имеет для нарезки борозд бороздо-резы и навешивается на тракторы КДП-35, ДТ-24, Т-28, Т-40, МТЗ-5. Он нарезает одновременно шесть борозд с расстоянием между ними 60—70 см.

Навесной бороздоделатель-щелерез. Для нарезки борозд-щелей Южным научно-исследовательским институтом гидротехники и мелиорации (ЮжНИИГиМ) предложена конструкция навесного бороздоделателя-щелереза БЩН-3.

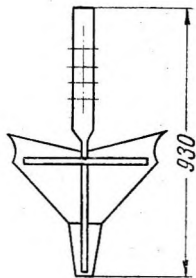
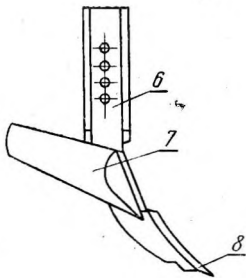
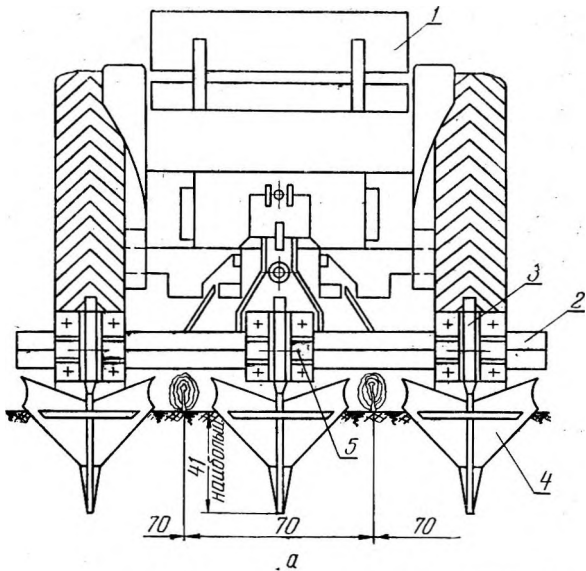
Бороздоделатель-щелерез за один проход нарезает борозды-щели таких размеров: глубина борозды 20 см, ширина борозды поверху 40 см, заложение откосов 1 :1, глубина щели 15 см, ширина щели 5 см.

Рабочие органы бороздоделателя-щелереза (рис. 49)—корпусы с закрепленными на них сменными наральниками. На бороздоделателе-щелерезе могут быть смонтированы два или три корпуса.

В первом случае расстояние между бороздами до 200 см, во втором до 60—70 см.

Бороздоделатель-щелерез навешивается на тракторы МТЗ-5, МТЗ-7, МТЗ-50, Т-38. Агрегат обслуживает один тракторист.

Поделка и разравнивание валиков (пал) при поливе напуском по полосам. Полосы при поливе напуском отделяют друг от друга валиками



(палами), выполненными палоделателем. Палоделатели являются сменными рабочими органами универсальных канавокопателей КЗУ-0,3Б, КПУ-2000А и др. В таблице 57 приводятся размеры валиков, выполняемых палоделателями КЗУ-0,3Б и КПУ-2000А.

Таблица 57

Размеры валиков, выполняемых палоделателями

Показатели	КЗУ-0,3Б	КПУ-2000А
Высота от уровня поля, см . .	44—31	35
Ширина на уровне поля, см . . .	95	110—120
Ширина поверху, см.....	10	20
Глубина резервов, см.....	9—12	10—20
Заложение откосов.....	1:1	До 1:1,5
Производительность, км час . . .	1,8	4,65

Во время движения трактора срезанный отвалами палоделателя грунт из резервов, расположенных вдоль отсыпаемых валиков, направляется по отвалам к выходной щели и обрезают

Рис. 49. Бороздоделатель-щелерез БЩН-3:

a — вид сзади; *b* — корпус бороздоделателя-щелереза; *1* — спинка сиденья; *2* — рама; *3* — обоймы с крышками; *4* — корпуса; *5* — фиксирующий болт; *6* — стойка; *7* — отвал; *8* — наральныйник.

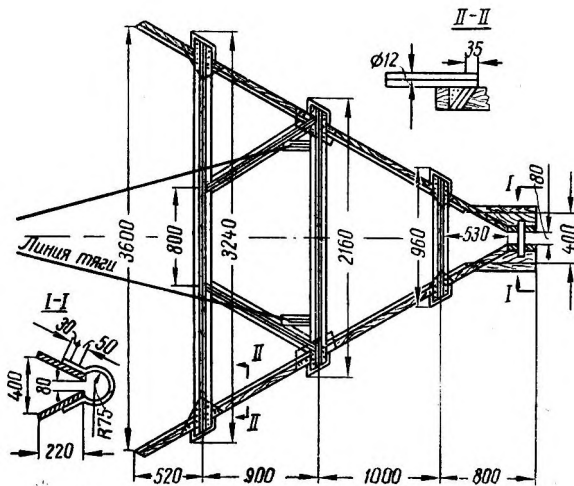
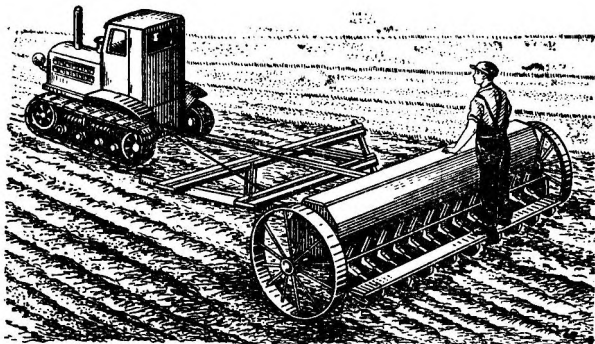


Рис. 50 Полосообразователь (валикоделатель).

валик трапецеидального сечения. При работе палоделателей вдоль отсыпаемых валиков образуются резервы, которые при поливе заполняются водой, а сама поливная полоса остается невыровненной. Этих недостатков не будет, если для поделки валиков использовать полосообразователи (валикоделатели).

У полосообразователя (рис. 50) расстояние между передними концами досок соответствует ширине полосы, то есть оно равно 3,6 или 1,8 м.

Полосообразователь работает на тяге трактора ДТ-54 или МТЗ-5 и при движении собирает грунт на участке шириной, соответствующей ширине полосы, отсыпая при этом посредине валик высотой 18—20 см. Таким образом, после первого прохода полосообразователя образуется один ограничительный валик и две половины двух поливных полос. Вторая половина полос и второй ограничительный валик создаются при следующем проходе полосообразователя (или рядом работающим вторым полосообразователем).

Обычно полосообразователи агрегируют с сеялками; они не только отсыпают валики, но и выравнивают поверхность поля. Производительность полосообразователя при ширине захвата 3,6 м и тяге трактором ДТ-54 составляет до 2 га/час.

Валики разравнивают палоделателями (сменными рабочими органами универсальных канавокопателей-палоделателей) и волокушами.

Устройство валиков на рисовых чеках. Рисовые чеки отделяются один от другого продольными и поперечными валиками трапецеидального сечения, которые должны пересекаться под прямым углом. Как исключение, на участках с особо неблагоприятным рельефом допускаются косоугольные чеки с углом пересечения продольных и поперечных валиков, не превышающим 70° . При крупных картах-чеках поперечные валики не устраивают.

Продольные валики устраивают постоянными, поперечные могут быть постоянными или временными, переходимыми или не переходимыми для сельскохозяйственных машин.

Продольные валики и постоянные поперечные не переходимые валики выполняют шириной поверху 30 см, высотой 35 см, с заложением откосов 1:1,5.

Постоянные и поперечные переходимые валики выполняют шириной поверху 30—35 см, высотой 35 см, с заложением откосов (не менее) 1:4.

Временные поперечные валики, которые устраивают после посева и разрушают перед уборкой риса, принимаются таких размеров:

ширина поверху 30 см; высота 35 см; заложение откосов 1:1; 1:1,5.

Валики выполняют при планировке чеков из срезаемого грунта. Объем работ по устройству валиков включается в общий баланс земляных работ по строительству рисовых чеков.

Продольные и постоянные поперечные переходимые сельскохозяйственными машинами валики можно выполнять следующим образом. Грунт, срезаемый скреперами и бульдозерами при планировке чека, перемещают и отсыпают на трассы валиков. Затем тяжелым грейдером оправляют валики с обеих сторон, предварительно выравнивая их поверхности. Если необходимо, грунт в валиках уплотняют прицепным катком.

Тяжелым грейдером можно закреплять трассы валиков, устраивая двойную борозду продольными проходами с обеих сторон трассы. Крестовины между соприкасающимися валиками заделывают бульдозером.

Вместо скреперов и бульдозеров на планировке чеков и устройстве валиков можно использовать прицепные и самоходные грейдеры.

Нормативная сменная производительность скреперов при планировке рисовых чеков и отсыпке валиков приведена в таблице 58,

**Сменная нормативная производительность скреперов
при планировке рисовых чеков и отсыпке валиков, м³**

Дальность перемещения грунта, м	Емкость ковша, м ³			
	2,25		2,75	
	группа грунтов			
	I	II	I	II
50	184	167	219	200
70	155	146	189	175
100	132	119	152	140
150	101	91	118	108
200	82	74	96	85

Производительность тяжелых грейдеров при планировке рисовых чеков с перемещением грунта на трассы валиков составляет: для прицепного— 5,83 га в смену, самоходного автогрейдера— 3,5 га в смену. Производительность тяжелого прицепного грейдера на закреплении трасс валиков составляет 10,9 км в смену и на оправке —2,12 км в смену.

Для выполнения работ по вспашке и планировке орошаемых земель, а также для нарезки и заравнивания временной и поливной сети хозяйство должно располагать комплектом соответствующих машин (табл. 59).

Комплект машин и орудий

Наименование машин	Выполняемая работа	Примерная потребность на 1000 га орошаемой площади
Челночный пахотный трактор типа ДТ-75К с комплектом плугов типа ПРГ-3-4	Вспашка без свальных гребней и разъемных борозд	2
Оборотный плуг на основной пахотный трактор, желательно на ДТ-75 или Т-74	То же	5
Планировщик длиннобазовый типа ПС-4 (прицепной)	Самостоятельная планировка поливных участков с небольшим объемом работ (150—250 м ³ /га) и вспомогательная завершающая работа после планировки скреперами	1
Планировщик длиннобазовый типа ПС-2,75 или П-2,8 по тяге ДТ-75 (прицепные)	То же, плюс эксплуатационная подпланировка	2

Наименование машин	Выполняемая работа	Примерная потребность на 1000 га орошаемой площади
Секционный вырав- ниватель волокуш- ного типа	Предпосевное вырав- нивание мелких не- ровностей на по- ливных участках	4
Скрепер типа Д-222 (емкость ковша 6 м ³)	Строительная плани- ровка по заранее составленному про- екту	1
Скрепер типа Д-354 (емкость 2,75 м ³)	То же	2
Бульдозер типа Д-159 на тракторе ДТ-54 или Т-75	<p>1. Строительная пла- нировка: засыпка значительных вые- мок и срезка таких же понижений при небольшой дально- сти перемещения грунта</p> <p>2. Ремонт ороситель- ной и дорожной сети</p>	2

Наименование машин	Выполняемая работа	Примерная потребность на 1000 га орошаемой площади
Грейдер типа Д-20 на тяге С-80 или С-100	Строительство каналов типа участковых и хозяйственных на расход до 1 м ³ /сек; строительство валиков ярусных лиманов, ремонт дорог, планировка откосов сооружений	2
Грейдер типа Д-241 на тяге ДТ-75 или Т-74	Строительство и эксплуатационный ремонт дорожной сети и другие мелкие работы	2
Навесной канавкопатель-заравнитель для временной оросительной сети двух типоразмеров: на расход до 200 л/сек на расход до 100—120 л/сек	Нарезка временных оросителей и выводных борозд и их заравнивание	2
		4

Наименование машин	Выполняемая работа	Примерная потребность на 1000 га орошаемой площади
Одноотвальный на- весной канавокопа- тель	Нарезка однобортных выводных и вспомо- гательных боро- зд, чековых и других сбросов	2
Бороздорез-культива- тор с высевающим приспособлением, 3—5-рядный	Нарезка поливных борозд нужного профиля с одновре- менным севом про- пашных культур и с последующей культивацией на бороздчатой по- верхности	4
Бороздоделатель-ще- лезез типа БЩН-3	Нарезка поливных борозд-щелей на пропашных культу- рах и при влагораз- рядковых поливах	4
Полосообразователь комбинированный с сеялкой	Нарезка поливных полос с одновре- менным посевом при сплошном ря- довом посеве	4

Плановое водопользование

Система орошения в севообороте складывается из режимов орошения отдельных культур и показывает общую ежегодную потребность хозяйства в воде (по срокам) для всей площади севооборота.

Среднюю обеспеченность хозяйства водой можно вычислить по гидромодулю — среднему количеству оросительной воды, подаваемому за одну секунду в литрах на один усредненный гектар орошаемой площади, занятой определенным севооборотом.

В отдельных зонах юга европейской части СССР расчетный гидромодуль для зерно-кормовых, кормовых и овощных севооборотов колеблется в пределах 0,35—0,6 л/сек на 1 га. Ордината (высота) гидромодуля зависит от различных факторов:

чем выше уровень грунтовых пресных вод, тем меньше ордината, и наоборот;

на легких супесчаных, песчаных и хрящеватых почвах расчетный гидромодуль будет выше;

при поливе дождеванием необходимо вводить коэффициент 0,80 в размер поливных норм.

Удельный расход, который необходимо подавать на 1 га для орошения данной культуры, определяют по формуле:

$$q = \frac{\alpha m}{86,4t} \text{ л/сек на 1 га,}$$

где q — удельный расход, л/сек на 1 га;

α — доля площади, занимаемой данной культурой на орошаемом массиве;

m — поливная норма, $m^3/\text{га}$;

t — допустимая продолжительность полива в сутках.

В первом построении график гидромодуля обычно имеет в отдельные периоды значительные пики, провалы и разрывы. Пользоваться таким графиком для расчета расходов по каналам трудно, поэтому его укомплектовывают.

При укомплектовании выравнивают ординаты графика, частично изменяя сроки и главным образом продолжительность поливов культуры в допустимых пределах.

Для ведущих и влаголюбивых культур агротехнический срок полива не допускается сдвигать более чем на 2—3 дня. При всех вариан-

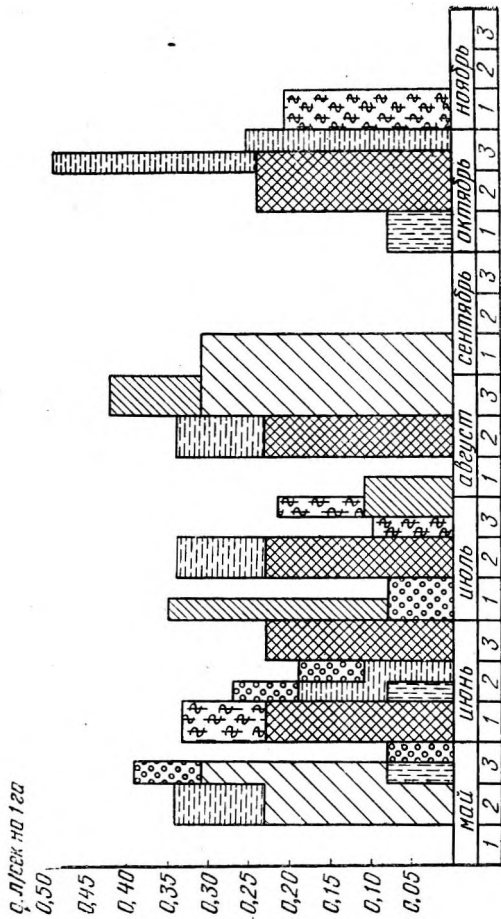
тах комплектования объем воды, предназначенный для данного полива культуры, должен оставаться постоянным. Для того чтобы найти среднюю ординату укомплектованного графика гидромодуля в первом приближении, суммируют все площади прямоугольников и делят полученную сумму на продолжительность оросительного периода.

Для построения укомплектованного графика гидромодуля по оси абсцисс откладывают новые, принятые сроки полива сельскохозяйственных культур, а по вертикали — ординаты гидромодуля для каждого полива культуры. Примеры построения неукомплектованного и укомплектованного графиков гидромодуля приведены в таблице 60 и на рисунке 51.

Организация водопользования

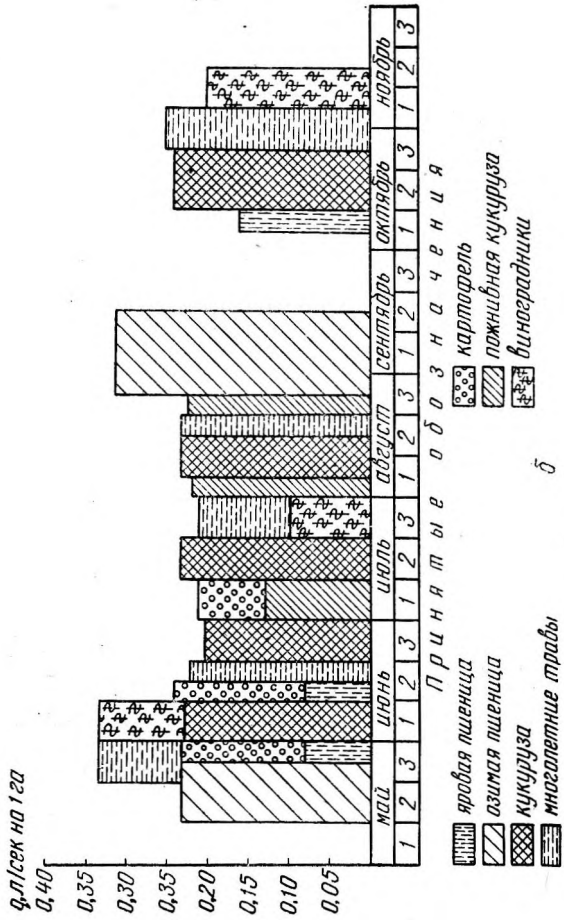
Внутрихозяйственный план водопользования является неотъемлемой частью годового производственного плана колхоза, совхоза.

В разработке этого плана, кроме гидротехника и заведующего водопользованием, обязательно участвует специалист по орошаемому земледелию, который определяет поливные нормы и сроки проведения поливов с учетом потребности культур в воде и почвенных



a

Рис. 51. Неукмплектованный (a) и укмплектованный



(б) графики гидромодуля.

особенностей на отдельных полях, а также согласовывает сроки проведения поливов с периодами после поливных обработок. В ходе выполнения план полива уточняют, учитывая условия погоды, состояние культур и наличие влаги в почве.

На основе прокорректированного плана специалист орошаемого земледелия и гидротехник составляют декадную или пятидневную заявку на воду, следят за целесообразным использованием воды в хозяйстве. Необходимо, чтобы полив культуры проводился в установленный срок. Период одного полива всей площади, занятой культурой, не должен превышать 10—15 дней. Всякое удлинение поливного периода снижает эффективность полива.

Однако в наиболее засушливые периоды частые поливы ряда культур могут совпадать, и хозяйство не в состоянии будет обеспечить одновременный полив нескольких культур на большой площади. Для таких случаев нужно заблаговременно подготовиться к укомплектованию графика поливов (пересмотреть сроки и нормы полива и наметить ряд дополнительных агроприемов по сохранению влаги в почве) и при необходимости сократить количество поливов или уменьшить поливную норму той или иной культуры.

План водопользования после обсуждения его на производственных совещаниях в бригадах с внесенными изменениями и дополнениями утверждает председатель колхоза (директор совхоза). Затем его согласовывают с райсельхозотделом и управлением оросительных систем, после чего представляют на утверждение в райисполком.

Материалы, необходимые для составления плана

Для составления внутрихозяйственного плана водопользования необходимы следующие материалы.

1. План орошаемого участка хозяйства в горизонталях (масштаба 1:10 000), на котором показаны все оросительные, сбросные каналы и гидротехнические сооружения, границы полей севооборотов и распределение их по каналам, дороги, хозяйственные центры и лесные насаждения. На план наносят также места расположения водомеров, смотровых колодцев для наблюдения за уровнем грунтовых вод.

2. Справка к плану полива, содержащая наименования межхозяйственных и хозяйственных каналов, из которых подается вода хозяйству с указанием их пропускной способности в $m^3/сек$, справка о наличии земель в хозяйстве с

К построению неукомплектованного

Культура	Доля пло- щади	Ороси- тельная норма, м ³ /га	Но- мер поли- ва	Полив- ная норма, м ³ /га	Агротехничес- кие сроки по- ливов	
					от	до
Яровая пшеница	0,05	2800	1	1400	1/X	10/X
			2	700	21/V	25/V
			3	700	11/VI	15/VI
Озимая пшеница	0,30	3800	1	1800	21/VIII	10/IX
			2	1000	11/V	25/V
Кукуруза на силос	0,25	4600	1	1400	11/X	25/X
			2	800	1/VI	10/VI
			3	800	21/VI	30/VI
			4	800	11/VII	20/VII
			5	800	11/VIII	20/VIII
Многолетние тра- вы	0,10	6200	1	2200	21/X	30/X
			2	1000	11/V	20/V
			3	1000	11/VI	20/VI
			4	1000	11/VII	20/VII
			5	1000	11/VIII	20/VIII
Картофель ранний	0,10	2100	1	700	21/V	30/V
			2	700	11/VI	20/VI
			3	700	1/VII	10/VII
Кукуруза пожнив- ная	0,10	3400	1	1200	1/VII	5/VII
			2	1000	26/VII	5/VIII
			3	1000	21/VIII	30/VIII
Виноградники и са- ды	0,10	4500	1	1800	1/XI	10/XI
			2	900	1/VI	10/VI
			3	900	21/VII	30/VII

и укомплектованного графиков гидро модуля

Полив- ной пе- риод в сутках	Ордина- та гид- ромо- дуля, л/сек на 1 га	Принятые сроки поливов		Поливной период в сутках	Ордината гидромо- дуля, л/сек на 1 га
		от	до		
10	0,08	6/X	10/X	5	0,16
5	0,08	26/V	30/V	5	0,08
5	0,08	11/VI	15/VI	5	0,08
20	0,31	26/VIII	15/IX	20	0,31
15	0,23	11/V	25/V	15	0,23
15	0,24	11/X	25/X	15	0,24
10	0,23	1/VI	10/VI	10	0,23
10	0,23	21/VI	30/VI	10	0,23
10	0,23	11/VII	20/VII	10	0,23
10	0,23	6/VIII	15/VIII	10	0,23
10	0,25	26/X	5/XI	10	0,25
10	0,11	21/V	30/V	10	0,11
10	0,11	16/VI	20/VI	5	0,22
10	0,11	21/VII	30/VII	10	0,11
10	0,11	16/VIII	20/VIII	5	0,22
10	0,08	26/V	30/V	5	0,16
10	0,08	11/VI	15/VI	5	0,16
10	0,08	1/VII	10/VII	10	0,08
5	0,27	1/VII	10/VII	10	0,14
10	0,11	1/VIII	5/VIII	5	0,22
10	0,11	21/VIII	25/VIII	5	0,22
10	0,20	6/XI	15/XI	10	0,22
10	0,10	1/VI	10/VI	10	0,10
10	0,10	21/VII	30/VII	10	0,10

оросительной сетью, данные о размещении культур на каждом распределительном канале. Из плана полива могут быть исключены: площадь, подвешенная к технически неисправным оросительным каналам; выключки по рельефным условиям; заболоченные и засоленные земли; площади, занятые дополнительными каналами и постройками; агромелиоративные поля.

3. Таблица режима орошения, составленная научно-исследовательскими учреждениями и утвержденная областными, краевыми и республиканскими организациями. Поливные нормы и количество поливов даются обычно средние, поэтому в каждом хозяйстве их уточняют в соответствии с почвенными и гидрогеологическими условиями полей или поливных участков.

4. Техническая характеристика каналов оросительной сети, их длина, нормальные и форсированные расходы и соответствующие им скорости течения воды, размеры подкомандной площади каждого канала, величина потерь воды из каналов, коэффициент полезного действия канала и характер грунтов по водопроницаемости.

5. Данные об организации труда на орошаемом участке, количество бригад и их численный состав, число поливальщиков и размер площадей, закрепленных за каждым, возмож-

ная площадь суточной обработки почвы, норма выработки на поливе и на других сельскохозяйственных работах.

Составление плана

Календарные сроки полива и общая продолжительность полива сельскохозяйственных культур должны быть увязаны с ежесуточной производительностью поливальщиков, дождевальных машин и пропускной способностью каналов и водовыделов в хозяйстве.

При установлении продолжительности полива учитывают следующее:

участок нужно поливать в возможно короткие сроки. Средние по площади участки, размером 40—50 га, рекомендуется поливать не более 2—3 дней;

общая продолжительность полива культуры не должна выходить за пределы агротехнически допустимых сроков проведения полива;

суточная площадь полива орошаемых культур должна быть увязана со своевременным проведением междурядных обработок (через 1—2 суток после полива).

Площадь суточного полива зависит от количества поливальщиков.

Воду, подаваемую в хозяйство, рекомендуется распределять между бригадами или

поливными участками по возможности сосредоточенным током (не менее 150—200 л/сек), а не распылять одновременно между несколькими бригадами, так как это приводит к большим потерям воды. Длина одновременно работающих каналов должна быть возможно меньше (для сокращения потерь воды). За поливальщиком закрепляется площадь на весь срок ротации севооборота, это позволяет поливальщику лучше знать поливной участок, обеспечивает высокое качество полива и высокую производительность труда.

Основные показатели календарного плана проведения полива, по которым проверяют его выполнение: суточные площади полива каждой из культур при очередном поливе; количество поливальщиков, необходимое в смену для проведения очередного полива; продолжительность одного полива каждого поля и необходимый расход воды; сроки работы и расходы воды каждого канала; суммарные секундные расходы воды на полях и в точках выдела из каналов (с учетом потерь воды на фильтрацию во внутривладельческих каналах); объем воды, который хозяйство должно получить в течение оросительного периода (по декадам); площадь суточной обработки поливаемых культур, необходимое для этого количество рабочей силы, машин и орудий.

Сначала на основании рекомендуемых сроков и норм составляют календарный график полива для каждого севооборота по всем его полям (табл. 61). Для каждого поливного поля подсчитывают необходимый объем воды (без учета потерь из каналов) и средний секундный расход ее. Необходимый объем поливной воды для одного поля вычисляют, умножая поливную норму на площадь поля.

Продолжительность полива одного поля определяют исходя из пропускной способности канала, к которому оно прилегает:

$$T = \frac{\alpha m}{86\,400 Q},$$

где T — продолжительность полива в сутках;

α — поливная площадь, га;

m — поливная норма, $m^3/га$;

Q — расход воды, $m^3/сек$.

Если к этому участковому каналу прилегает площадь с другой культурой, срок полива которой тот же, то ее поливают или на 3 дня раньше срока, или вслед за поливом первой культуры.

Внутрихозяйственные каналы работают не все время на всей протяженности, поэтому за расчетную рабочую длину принимают половину фактической. Среднюю величину потерь в канале рассчитывают на эту длину. Потребные

Примерный календарный график полива

№ поля	Культура	Пло- щадь, га	Апрель	Май	Июнь	Июль	Август	Сен- тябрь	Ок- тябрь
1	Люцерна в выводном клин	100			800	800	800	800	1200
2	Озимая пшеница	90		500					
3	Озимая пшеница +80% поживной кукурузы +20% поживного гороха	100		500		800	800	800	
4	Кукуруза на зерно	90			800	800	500		
5	Кукуруза на силос	85		700	800	800	800		1200
6	Картофель (50%) + сахарная свек- ла (50%)	50		800	800	800	800		
	Допустимая продолжи- тельность полива в днях	40		500		500	500	500	
	Принятая продолжи- тельность полива		10	20	10	10	15	10	15
			4	20	4	10	5	10	10

Примечание: В графах показаны расходы в м.з

расходы этих каналов с учетом потерь воды называют брутто.

Пускать воду из внутривладельческого или межхозяйственного канала в участковый надо несколько раньше намеченного срока полива, учитывая время на перегон воды от распределителя до поля. Все данные о фактических сроках полива и требуемых расходах для каждого поля заносятся в календарный план поливов.

Число одновременно работающих поливальных щиков определяют делением суточной площади полива на производительность труда поливального щика (в одну или две смены) или делением средней секундной подачи воды на поливной ток. Поливным током называется секундный расход воды, приходящийся на одного поливального щика. Опыт показывает, что при поливе по бороздам на хорошо спланированном участке и наличии мелкого поливного инвентаря — трубок, сифонов, щитов — один поливальный щик может справиться с расходом в 50—100 л/сек. При поливе по широким полосам распределение воды значительно легче, поэтому поливной ток принимают 100 л/сек и больше.

Работник, отвечающий за проведение поливов (гидротехник, заведующий водопользованием хозяйства или бригады), должен знать, когда и какие именно из хозяйственных распределителей и участковых каналов должны

Примерный график

Шифр каналов						Апрель			
хозяйствен- ный отвод	хозяйствен- ный распре- делитель	участковый канал	пропускная способность участкового канала, л/сек	№ полей	число времен- ных оросите- лей на поле	1-5	6-10	11-15	
X-I	X-I	Y-2	270	I					
				II					
				Всего					
	X-I	Y-2	270	III					
				IV					
				V					
				VI					
			Всего						
X-I	-	-	280	Итого нетто					
				Итого брутто					
Объем поливной воды (тыс. м ³) брутто									

Примечание. Чертой показан период работы по плану расход в л/сек, цифры по краям черты пока

Таблица 62

работы каналов

			Май					
16--20	21--25	26--30	1--5	6--10	11--15	16--20	21--25	и т. д.
				5 ¹³	24 ⁵	8 ²⁴		
			28 ¹⁰	24 ⁵	2 ⁵			
			24 ⁵	24 ⁵				
		25 ²	24 ⁵	28 ¹⁰				
				8 ²¹	24 ⁵	12 ⁶		
22 ⁶	24 ⁵	25 ²	2 ⁵	24 ⁵	5 ¹³	15 ¹³	24 ⁵	19 ⁸
						12 ⁶	24 ⁵	15 ¹³
		24 ⁵		24 ⁵			24 ⁵	
22 ⁶				24 ⁵				19 ⁸
				27 ⁴				
		20 ^{9,6}		68 ^{9,8}				

канала на данном поле, над чертой указан намеченный зывают дни и часы начала и конца пуска воды по каналу.

работать и какие расходы воды надо подавать в каждый из каналов. Поэтому, помимо плана поливов, составляют график работы каналов (табл. 62). В нем показывают расходы воды в каналах и время проведения полива.

Для постоянного надзора за оросительной сетью и правильной организацией орошения назначают заведующего водопользованием, который обязан следить за состоянием оросительных и сбросных каналов, водовыпусков, мостов и других сооружений, своевременно ремонтировать их и очищать каналы от заиления и растительности. Заведующий водопользованием должен иметь план оросительной системы хозяйства, на котором нанесены поля севооборотов и указаны пропускная способность отдельных каналов и их коэффициенты полезного действия.

Коэффициент полезного действия оросительных систем

Коэффициентом полезного действия оросительной системы называется отношение объема воды $W_{п}$, поданного на поля водопотребителей, к объему воды $W_{г}$, забираемого в голове системы:

где $W_{\text{п}}$ — объем воды, поступивший на поля потребителей;

$W_{\text{г}}$ — объем воды, забранный в голове системы;

ΣW — сумма потерь воды по системе (с учетом всех потерь воды).

Коэффициент полезного действия канала или его участка равен отношению объемов или расходов воды в конце канала (или его участка) на объем или расход в голове этого канала:

$$\eta_{\text{ик}} = \frac{W_{\text{к}}}{W_{\text{г}}} = \frac{Q_{\text{к}}}{Q_{\text{г}}},$$

где $\eta_{\text{к}}$ — к. п. д. канала;

$W_{\text{к}}$ или $Q_{\text{к}}$ — объем или расход воды в конечной части канала;

$W_{\text{г}}$ или $Q_{\text{г}}$ — объем или расход воды в голове канала.

Коэффициент полезного действия оросительной системы можно определить как произведение коэффициентов полезного действия отдельных ее звеньев:

$$\eta_{\text{с}} = \eta_{\text{м.к}} \eta_{\text{р.к}} \eta_{\text{х.к}}$$

где $\eta_{\text{м.к}}$ — к. п. д. магистрального канала;

$\eta_{\text{р.к}}$ — средневзвешенный к. п. д. распределительных каналов;

$\eta_{\text{х.к}}$ — средневзвешенный к. п. д. хозяйственных каналов.

Если нет данных о размерах потерь воды из каналов и их к. п. д., потери воды можно определить по формуле:

$$S = \frac{\sigma Q l}{100},$$

где S — потери воды, $m^3/сек$;

σ — потери воды на 1 км канала, %;

Q — расход воды в канале, $m^3/сек$;

l — длина канала или его участка, м.

Значение σ при расчете плана водораспределения с достаточной точностью можно определить по эмпирической формуле А. Н. Костякова:

$$\sigma = \frac{A}{Q^m},$$

где A и m в зависимости от водопроницаемости грунта приведены в таблице 63.

Таблица 63

Значение A и m в формуле А. Н. Костякова			
Показатели	Степень водопроницаемости грунтов		
	слабая	средняя	сильная
A	0,7	1,9	3,4
m	0,3	0,4	0,5

При определении потерь в межхозяйственных каналах можно пользоваться данными таблицы 64.

**Потери воды в межхозяйственных каналах,
вычисленные по формуле А. Н. Костякова, л/сек на 1 км**

Расход воды в канале Q , $м^3/сек$	Водопроницаемость		
	слабая $S=7 Q^{0,7}$	средняя $S=19 Q^{0,6}$	сильная $S=34 Q^{0,5}$
0,05-0,06	0,90	3,3	8,0
0,06—0,08	1,10	4,0	9,3
0,08—0,10	1,25	4,5	10,0
0,10—0,12	1,45	5,0	11,0
0,12-0,14	1,70	5,6	12,0
0,14—0,17	1,90	6,2	13,0
0,17—0,20	2,20	6,9	15,0
0,20-0,25	2,50	8,0	17,0
0,25—0,35	3,10	9,5	19,0
0,35—0,45	3,75	11,0	22,0
0,45-0,60	4,5	13,0	25,0
0,60—0,80	5,6	15,5	29,0
0,80—1,00	6,5	18,0	33,0
1,0 -1,25	7,1	20,0	35,0
1,25—1,50	8,7	23,0	40,0
1,50—1,75	9,9	26,0	43,0
1,75-2,00	11,0	28,0	46,0
2,00—2,50	12,0	31,0	51,0
2,50—3,00	14,0	35,0	57,0
3,00—4,00	17,0	41,0	65,0
4,00-5,00	20,0	47,0	72,0
5,00—6,00	23,0	53,0	80,0

При подпоре грунтовых вод фильтрация из каналов уменьшается. В этом случае можно пользоваться формулой С. А. Гиршкана:

$$\sigma = \frac{6,3}{V Q} K_{\phi} U,$$

где U —поправочный коэффициент, который зависит от расхода воды в канале и глубины залегания грунтовых вод.

Значения его для возможных случаев в эксплуатационной практике приведены в таблице 7.

Повышение к. п. д. оросительных систем — основная задача водохозяйственных организаций.

Коэффициент использования воды

Коэффициент полезного использования воды в системе η_0 складывается из коэффициента полезного действия системы оросительных каналов η_c и коэффициента полезного использования воды на полях $\eta_{п}$, то есть $\eta_0 = \eta_c \eta_{п}$.

Коэффициент $\eta_{п}$ — отношение полезного водопотребления растений на полях к количеству воды, поступившей на поле:

$$\eta_{п} = \frac{E' \omega'}{W_{п}},$$

где E' — полезное водопотребление растений на единицу площади за рассматриваемый период;

ω' — орошаемая площадь участка (хозяйства);

W_{Π} — объем воды, поступивший на поля потребителей.

Коэффициент использования воды в системе:

$$\eta_{\text{о}} = \eta_{\text{с}} \eta_{\text{п}} = \frac{E' \omega}{W_{\Gamma}},$$

где ω — орошаемая площадь системы;

W_{Γ} — водозабор в голове системы.

При правильной организации водопользования, предотвращении потерь воды на полях и круглосуточных поливах значение к.п.д. зависит от потерь воды в одновременно работающих каналах.

Коэффициент полезного действия оросительной системы должен быть не менее 0,65—0,75, а коэффициент использования воды на полях желательно довести до 0,85—0,9. При этих условиях коэффициент использования оросительной воды в системе может составить:

$$\eta_{\text{о}} = \eta_{\text{с}} \eta_{\text{п}} = (0,65 \div 0,75) \cdot (0,85 \div 0,9) = 0,55 \div 0,67.$$

Организация и проведение поливов

Подготовка оросительной сети и поливной техники к поливу

Успешно проводить поливы можно лишь при своевременной и высококачественной подготовке к ним и четкой организации труда. В хозяйствах работа должна быть организована таким образом, чтобы поливы проводились круглосуточно. Только в этом случае поливы будут осуществляться в сроки, установленные планом водопользования.

За время эксплуатации оросительной, дренажно-сбросной и дорожной сети гидротехнические сооружения, переезды, водовыпуски, каналы часто бывают повреждены. В отдельных местах каналы за сезон оползают, заиляются и зарастают сорной растительностью. Все эти дефекты на внутрихозяйственной оросительной сети должны быть устранены к началу оросительного сезона.

Зимой проводится капитальный и текущий ремонт механизмов, оборудования и поливного инвентаря.

Поливного инвентаря в хозяйствах должно быть на 10—15% больше, чем потребуется в наиболее напряженный период.

Для неовощного хозяйства на 1000 га орошаемых земель ориентировочно требуется: 1000 поливных сифонов диаметром 40—50 мм, 10 сифонов-водовыпусков диаметром 200—250 мм, 40 штыковых лопат, 40 пар резиновых сапог, 60 металлических и брезентовых щитов, 2 тракторные волокуши, 20 дождевальных машин ДДН-45; ДДН-50 или 7—8 дождевальных машин ДДА-100М.

Перед началом поливного сезона хозяйство выделяет специальную комиссию для проверки выполнения ремонтных работ и подготовки оросительной сети, поливного инвентаря и мелиоративной техники к поливу.

Организация труда на поливе

В хозяйствах с площадью орошаемых земель 1000 га и более должен быть инженер-гидротехник, а в бригадах или отделениях при площади орошаемых земель свыше 500 га — техник-гидротехник.

Из поливальщиков и механизаторов организуют механизированные звенья по выращиванию отдельных культур на орошаемых землях,

за которыми закрепляют участки с таким расчетом, чтобы нагрузка на каждое звено была примерно одинаковой в течение всего периода.

В отделениях или бригадах выделяют постоянных поливальщиков — по одному на каждые 15—20 га овощных культур или 30—40 га зерновых и прочих культур. В период наибольшего напряжения работ привлекают дополнительных поливальщиков из комплексных звеньев.

Оплата труда поливальщиков сдельно-премиальная в зависимости от получаемого урожая с закрепленной площади. Это создает материальную заинтересованность каждого члена звена и значительно повышает производительность труда.

Поливом руководит звеньевой или бригадир, который отвечает за качество выполняемой звеном работы. Техническое руководство по нарезке поливной и оросительной сети, а также по наиболее рациональной организации труда на поливе осуществляют гидротехники отделений и совхозов.

Для выполнения работ, связанных с пуском воды по внутрихозяйственной оросительной сети, и контроля за работой водовыпусков и других гидротехнических сооружений во многих хозяйствах выделяют заведующего водопользованием, который подчиняется гидротехнику орошаемого хозяйства.

Бригадир или звеньевой должен заботиться о своевременной доставке поливного инвентаря на орошаемый участок и о том, чтобы к началу работы участковый канал был наполнен водой.

Проведение поливов

Система организации и проведения поливов зависит от способа полива и состава культур.

При поливе по бороздам из однобортных выводных борозд выводные борозды за день до их нарезки трассирует гидротехник или специальный трассировщик.

Выводные борозды трассируют по горизонталям или с уклоном порядка 0,001.

Расстояние между выводными бороздами определяется оптимальной длиной поливной борозды для конкретных условий, а между временным оросителем оно не должно превышать 100 м, чтобы вода равномерно распределялась в поливные борозды.

При поливе из однобортных горизонтальных выводных борозд поливальщик управляет суммарным расходом воды, поступающим по двум смежно расположенным оросителям. Для этого поливальщик на обоих оросителях на расстоянии 1 м ниже пересечения с выводной бороздой устанавливает поливные щиты или бре-

зентовые перемычки (рис. 52) и разрывает земляные борта оросителей против выводной борозды. Вода встречным потоком через прорези из двух оросителей подается в одну выводную борозду, расположенную между этими оросителями. Из горизонтальной выводной борозды в поливные борозды или борозды-щели вода поступает самотеком, так как в этом случае отпадает необходимость устраивать прорези в поливные борозды.

При поливе из однобортных горизонтальных борозд поливальщик справляется с распределением поливного тока от 100 до 250 л/сек и его производительность достигает 3,5—6 га за смену.

При поливе из однобортной выводной борозды, нарезанной с уклоном, воду подают из одного оросителя расходом от 50 до 120 л/сек. Производительность труда поливальщика в этом случае достигает 2—3 га за смену при хорошем качестве полива.

При нарезке обычных двубортных выводных борозд или двубортных со вспомогательной однобортной распределительной бороздой на спланированных орошаемых участках трассы под выводные борозды предварительно не намечаются. Выводные борозды нарезают на глаз под руководством гидротехника, ориентируясь по топографическим картам.

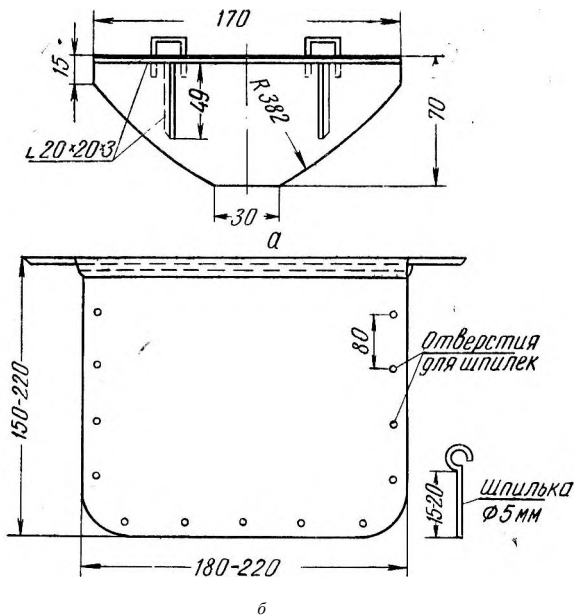


Рис. 52. Перемычки для временных оросителей
(размеры в см):
a — металлический щит; *б* — брезентовая перемычка.

Если поле имеет неровный рельеф, то звеньевой или старший поливальщик за день до нарезки намечает трассы выводных борозд по повышенным точкам рельефа.

Полив из вспомогательных однобортных распределительных борозд применяют в том случае, когда в хозяйствах нет поливных сифонов или трубок и когда трассы под выводные борозды не спланированы. Во время полива воду из временного оросителя подают в двубортную выводную борозду, а из нее через прорези или с помощью сифонов в несколько отсеков вспомогательной борозды. Из отсеков в поливные борозды вода поступает самотеком.

При поливе с помощью сифонов выводные борозды или оросители, расположенные по поперечной схеме, нарезают с уклоном не более 0,001. Один поливальщик обслуживает до 70—100 сифонов и управляет расходом 70—100 л/сек. Сифоны необходимо заряжать быстро, чтобы не допустить переполнения выводной борозды.

Обычно опытный поливальщик заряжает 70—100 сифонов за 10—15 минут. По мере добегания воды до конца борозд, сифоны переносят на новую позицию вверх по выводной борозде. При этом следует иметь в виду, что сразу отключать можно не более 20—25% сифонов, чтобы не вызвать переполнение и размыв

выводной борозды. После включения в полив сифонов на новой позиции отключают и устанавливают следующую группу сифонов. После того как будет переставлено на другую позицию 35—50% сифонов, переносят на новое место щит.

При поливе трубками их устанавливают в дамбочке выводной или вспомогательной борозды на одинаковом уровне с помощью специального шомпола (меча) или прорезей.

Во время полива поливальщик следит за продвижением воды по поливным бороздам, не допуская переливания ее через гребни из одних борозд в другие.

При поперечной схеме расположения временных оросителей выводные борозды не нарезают, вода в поливные борозды подается с помощью сифонов непосредственно из временного оросителя или с помощью вспомогательной однооборотной распределительной борозды.

Количество одновременно включаемых в полив борозд будет зависеть от уклонов, под которыми нарезаются выводные борозды или временные оросители, и расхода подаваемой по ним воды.

В Средней Азии и в некоторых хозяйствах юга РСФСР и УССР для дозировки подачи воды в борозды и предупреждения размыва оголовки борозд армируют салфетками (бу-

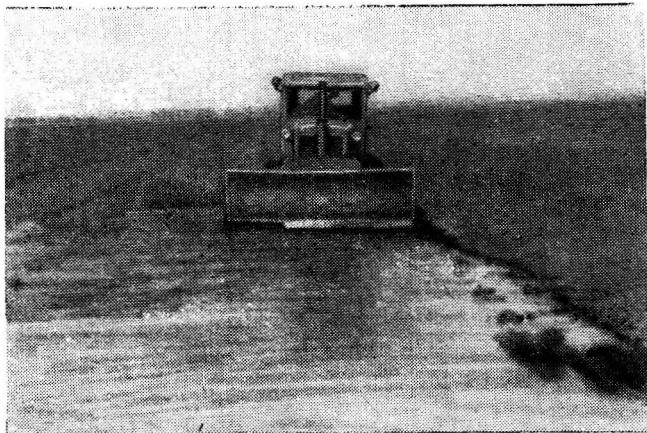


Рис. 53. Полив по полосам с помощью бульдозера.

мажные, из полиэтиленовой пленки, толя) или щитками.

Полив по полосам. Вода на одну или несколько полос подается через прорези, которые поливальщик устраивает в дамбочке выводной борозды или временном оросителе при поперечном его расположении.

Более равномерно можно распределять воду между полосами, применяя сифоны диаметром 60—100 мм.

В тех случаях, когда для подачи воды на полосы используют бульдозер, нарезают оросители (по поперечной схеме) на пропуск воды от 150 до 400 л/сек. Такие оросители можно нарезать большим дорожным канавокопателем Д-267М на тяге трактора С-100 за два прохода или канавокопателем КОР-500 на пропуск расхода воды до 250 л/сек (рис. 53).

При возделывании риса с постоянным затоплением за каждым поливальщиком закрепляют площадь чеков в 30—40 га. В обязанности поливальщика, кроме распределения воды по чекам и регулирования проточности, входит окашивание междучековых валиков и каналов, а также уход за сооружениями на оросительных каналах и чековыми водовыпусками. Наиболее ответственным периодом является первоначальное затопление чеков, которое нужно осуществлять в короткий срок. В этот период ороситель должен работать на полную пропускную способность, чтобы как можно быстрее затопить все чеки. Секундный расход воды в участковом оросителе при первоначальном затоплении следует принимать не менее 7—8 л на 1 га обслуживаемой им площади. В начале восковой спелости риса прекращают подачу воды на поля и в течение 4—6 дней слой воды на чеках снижают до 3—5 см, затем открывают водосбросы и остаток воды сбрасывают.

Поливы ночью. Ночные поливы очень благоприятно влияют на физиологические особенности развития орошаемых культур, однако их проведение затрудняется из-за плохой видимости.

Подготавливать участок к ночному поливу нужно вечером с таким расчетом, чтобы всю ночь поливались одни и те же борозды. Для этого под ночной полив отводят участки с наиболее ровной поверхностью и по возможности с малыми уклонами и более длинными бороздами.

Поливной ток, которым днем управляет один поливальщик, распределяют на большее количество одновременно поливаемых борозд так, чтобы величина бороздной струи была в 2 раза меньше, чем днем.

При таком распределении поливальщик будет избавлен от необходимости в темноте переключать поливной расход в новые борозды, он должен только следить за работой каналов и выводных борозд и не допускать повышенного расхода воды в них.

Поливальщиков, работающих в ночную смену, снабжают фонарями. Дождевальные машины должны быть хорошо освещены и заправлены с вечера.

Полив дождеванием и уход за дождевальными машинами. Высокая производительность

дождевальных машин во многом зависит от правильного использования их в течение всего оросительного периода, своевременного и хорошего технического обслуживания и правильной нарезки оросительной сети.

Дождевальные машины на юге РСФСР и Украинской ССР можно использовать не менее 160—170 рабочих дней по 16—20 часов работы в сутки. Возможный оросительный период здесь продолжается с 5—10 апреля по 1—5 ноября. Ранней весной, до начала вегетационных поливов овощных и других орошаемых культур, дождевальные машины (главным образом ДДА-100М) можно широко применять для полива озимых и яровых колосовых культур и предпосевных поливов под кукурузу поливной нормой 500—650 m^3/ga , а осенью, с 20—25 августа и до наступления морозов, для предпосевных и послепосевных поливов под озимую пшеницу поливной нормой 500—800 m^3/ga (в основном до 1—10 октября) и влагозарядковых под яровые или повторных поливов озимой пшеницы до наступления морозов.

Высокая производительность дождевальных машин в смену возможна лишь при хорошем и своевременном профилактическом уходе за ними. Она в основном определяется коэффициентом использования дождевальной машины во времени, который равен отношению времени

чистой работы дождевальной машины в течение смены к продолжительности рабочей смены. Необходимо добиваться, чтобы коэффициент использования дождевальной машины был не ниже 0,8.

При прекращении подачи воды в ферму она часто наклоняется, после чего дальнейшее движение агрегата недопустимо. Выравнивание фермы и движение машины возможно только после подачи воды в ферму или при полном ее сливе, который продолжается 8—15 минут, в зависимости от расположения насадок.

При работе агрегата обязательно следует заполнять противовес водой, это улучшает работу плавающего клапана.

Для внесения удобрений гидроподкормщиком необходимо правильно отрегулировать подачу воды и отсасывающей смеси. Удобрения вносят при первом проходе агрегата; при последующих подают чистую воду, которая смывает удобрения с листьев растений и способствует более равномерному их распределению в активном слое почвы. После окончания подкормки удобрения из бункеров удаляют.

Производительность дождевального агрегата в зависимости от коэффициента использования его во времени и числа проходов дождевальной машины приводится в таблице 65.

Таблица 65

Производительность ДДА-100М за 10 часов работы

Число проходов	Поливная норма*, м ³ /га	Коэффициент использования дождевальной машины в смену					
		0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0
3	216	7,9	9,4	11,0	12,6	14,2	15,7
5	360	4,7	5,7	6,6	7,6	8,5	9,4
7	503	3,4	4,1	4,7	5,4	6,1	6,8
9	648	2,6	3,1	3,7	4,2	4,7	5,2
11	790	2,2	2,6	3,0	3,4	3,9	4,3
13	940	1,8	2,2	2,5	2,9	3,3	3,6

* За один проход ДДА-100М выливает слой дождя 6,8—7,5 мм, что соответствует 68—75 м³/га.

Для ДДА-100М рядом с оросителем необходимо оставлять полосу под дорогу шириной 2 м и выравнивать ее длиннобазовым планировщиком или грейдером. В начале оросителей устраивают переезды из труб диаметром 390 мм или двух деревянных пластин размером 7X30X250 мм.

При орошении дождеванием в конце гона надо предусматривать сбросную сеть, так как при остановках агрегата или при переходах с одного участка на другой возможен сброс воды.

Таблица 66

Сезонная производительность ДДА-100М (в га)
в зависимости от коэффициента использования
по времени и количества часов работы в сутки

Виды поливов	Число рабочих дней	Оросительная норма, м ³ /га	Количество поливов	Число часов работы дождевальной машины в сутки	Коэффициент использования дождевальной машины в смену					
					0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	
Предпосевные и вегетационные зерновых колосовых с 10/IV по 25/IV .	10	500	1							
					10	34	41	48	54	61
					20	68	82	96	108	122
Вегетационные различных культур с 25/IV по 25/VIII . .	94	3500	10							
					10	46	55	64	73	82
					20	92	110	128	146	164
Предпосевные и влагозарядковые с 25/VIII по 1/XI . .	55	650	1							
					10	144	170	204	203	259
					20	288	245	408	460	518

При четкой организации работы дождевальных машин сброс воды практически незначителен.

За дождевальными машинами закрепляют определенные участки. Сезонная нагрузка на одну дождевальную машину ДДА-100М зависит от коэффициента использования ее в смену, числа часов работы в сутки и величины оросительной нормы. Возможная нагрузка на одну дождевальную машину ДДА-100М (по рекомендации ЮжНИИГиМ) приводится в таблице 66.

Сезонная производительность дождевальной машины обратно пропорциональна средневзвешенной оросительной норме.

Возможная нагрузка на дальнеструйные дождеватели ДДН-45; ДДН-50 и ДДА-59 колеблется от 30 до 40 га овощных культур и от 50 до 80 га полевых культур.

Стоимость полива 1 га зависит от стоимости дождевальной машины, ее обслуживания, коэффициента использования машины по времени в смену и в течение оросительного периода, поливной нормы (число проходов), количества часов работы в сутки и сезонной выработки машины. Ее устанавливают на основании общих затрат средств на полив, которые складываются из расходов на оплату труда машинисту дождевальной машины и его помощнику,

амортизационные отчисления от стоимости дождевального агрегата (дождевальной машины и трактора), отчисления на ремонт и технический уход за трактором и дождевальной машиной, горюче-смазочные материалы, а также расходов на подготовку площади к поливу.

Стоимость полива сильно зависит от коэффициента использования дождевальной машины по времени.

Для работы дождевальной машины ДДА-100М в одну смену необходимы два человека— тракторист и помощник. Тракторист управляет трактором, следит за работой насоса и наблюдает за плавающим клапаном, количеством воды в канале, направлением движения трактора, положением ферм и работой насадок.

Помощник тракториста пускает воду и регулирует ее подачу в канал при помощи сифона-выпуска или трубчатого водовыпуска типа «хлопушка», переставляет щиты или брезентовые перемычки на оросителе, помогает трактористу в профилактических уходах за трактором.

Длина пути прохода ДДА-100М вдоль оросителя зависит от расстояния, на которое распространяется подпор воды от перемычки. Чем меньше уклон, тем больше путь прохода

агрегата без перестановки щитов. Число проходов машины по одному и тому же месту зависит от поливной нормы; оно должно быть нечетным. За один проход агрегат выливает слой дождя, соответствующий поливной норме от 68 до 75 м³/га.

В настоящее время во многих хозяйствах применяют передвижную перемычку, при которой агрегат может делать любое число проходов (четное и нечетное) и длина прохода вдоль оросителя не ограничивается уклоном поля.

Наилучшая схема стоянок дальне-струйных машин, при которой равномерно увлажняется почва при работе по кругу и сектору, показана рисунке 54.

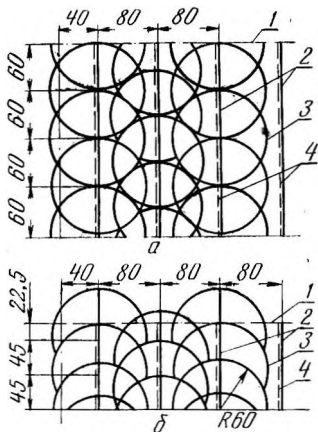


Рис. 54. Схема орошения дальнеструйными дождевателями ДДН-46 и ДДА-59 (размеры в м):

а — при круговом поливе; *б* — при поливе по сектору; 1 — граница орошаемого участка; 2 — временный ороситель; 3 — площадь, орошаемая с одной позиции агрегата; 4 — дорога вдоль оросителя.

Продолжительность работы дождевальных машин на одной позиции

Поливная норма, м ³ /га	При работе по кругу		При работе по сектору (полуокругу)	
	ДДН-45 ДДА-59	ДДН-50	ДДН-45 ДДА-59	ДДН-50
100	23 минуты	18 минут	12 минут	9 минут
200	46 минут	35 минут	23 минуты	18 минут
300	1 час 10 минут	53 минуты	35 минут	27 минут
400	1 час 53 минуты	1 час 11 минут	46 минут	36 минут
500	1 час 56 минут	1 час 28 минут	58 минут	44 минуты
600	2 часа 20 минут	1 час 46 минут	1 час 10 минут	53 минуты

При скорости ветра до 3 м/сек сельскохозяйственные культуры поливают по кругу, а при большей скорости — по сектору.

В таблице 67 приведена продолжительность работы дождевальных машин на одной позиции в зависимости от поливной нормы при работе по кругу и по сектору (полукругу).

Эксплуатация и ремонт оросительных каналов и сооружений

Основные эксплуатационные работы на оросительной системе: наблюдение за состоянием каналов и сооружений; проведение текущего и капитального ремонтов; охрана каналов и сооружений от повреждений; своевременная очистка их от заиления, заносов песчаными бурями и от растительности; поддержание нормальных расходов и скоростей воды в каналах системы.

Т а б л и ц а 68

Возвышение берм и бровки в земляных каналах над расчетным уровнем воды, м

Расход воды в канале, м ³ /сек	Каналы в земляном русле	Облицованные каналы или лотки
До 1	0,2	0,15
От 1 до 5	0,3	0,18
От 5 до 10	0,4	0,20
От 10 до 20	0,45	0,25

Минимальные средние скорости воды в канале не должны быть ниже половины критической скорости размыва и не менее 0,3 м/сек.

Возвышение берм и бровки дамб в земляных каналах над наибольшим расчетным уровнем воды следует принимать по таблице 68.

Для каналов, проходящих в насыпях, ширина дамб должна обеспечить работу механизмов по очистке и окашиванию каналов. Ширина дамб поверху приводится в таблице 69.

Таблица 69

Ширина дамб, м

Расход воды в канале, м ³ /сек	В соответствии с техническими нормами	Фактически необходимая ширина дамб из условий механизации по уходу
До 0,5	0,5— 0,8	1,5—1,6
0,5— 1,0	0,8— 1,0	1,6—1,8
1,0— 5,0	1,0—1,25	1,8—2,5
5,0—10,0	1,25—1,5	2,5—3,0
10,0—20,0	1,5—1,75	3,0—3,5
20,0—30,0	1,75—2,0	3,5—5,0

Уход за оросительными каналами

Борьба с растительностью. Растительность на оросительных каналах уничтожают тремя способами: механическим, химическим и биологическим.

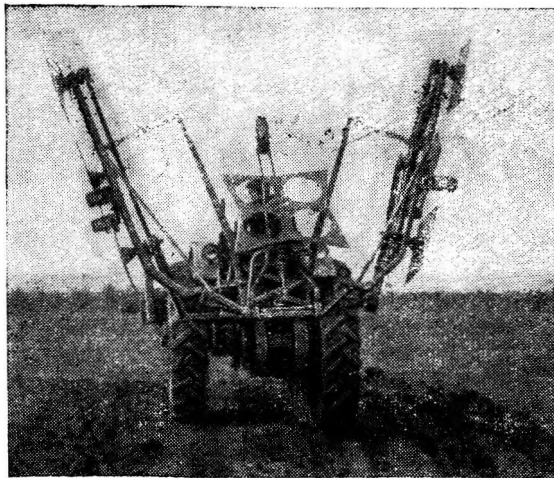


Рис. 55. Машина для окашивания каналов
(конструкции Г. М. Никитина).

При механическом способе используют плавающие и навесные на трактор камышекосилки, каналоочистительные машины, бульдозеры, грейдеры, цепные волокуши, механические грабли и др.

Однако все эти машины не дают достаточно эффективных результатов и малопроизводительны.

В 1964 г. была принята к серийному производству каналоокашивающая машина КОК-5,8 конструкции ЮжНИИГиМ (автор Г. М. Никитин) (рис. 55). Она предназначена для окашивания травянистой растительности на внутренних и внешних откосах и дамбах оросительных каналов внутриводостроительной сети. Машина навешивается на тракторы МТЗ-5 и МТЗ-5Л и обрабатывает каналы шириной по дну 0,6—1 м, глубиной 1,8—2 м, при заложении откосов 1:1; 1 : 1,5 и 1:2.

Производительность каналоокашивающей машины КОК-5,8 — 0,55 км/час.

Рыхление и дискование каналов проводят обычными сельскохозяйственными машинами для обработки полей.

К химическим способам борьбы с растительностью на оросительных каналах относятся:

а) опрыскивание гербицидами; б) обработка отходами местной химической промышленности; в) обработка нефтяными продуктами.

Каналы опрыскивают гербицидами сплошного и избирательного действия. Доза внесения, число опрыскиваний и сроки действия их приведены в таблице 70.

Для опрыскивания каналов применяют опрыскиватели: ОПК-100, ОПК-12, ОПГ. Для более мелких хозяйственных или межхозяйственных каналов лучше использовать

Гербициды, рекомендуемые для борьбы с растительностью на каналах

Наименование	Характеристика	Доза внесения на 1 га, кг	Число опрыскиваний	Срок действия гербицида	Эффективность по годам (гибель растений, %)		
					1-й год	2-й год	3-й год
2,4-Д	Избирательного действия	6,8	2—3	1 год	75—80	—	—
Хлор ИФК	То же	80	1—2	2 года	75—85	—	—
Сульфат аммония	Сплошного действия	400	1—2	1 год	70—80	15—20	—
Фенурон	То же	50	1—2	2 года	65—70	25—30	—

Наименование	Характеристика	Доза внесения на 1 га, кг	Число опытных	Срок действия гербицида	Эффективность по годам (гибель растений, %)		
					1-й год	2-й год	3-й год
Монурон	Сплошного действия	50	1—2	2 года	90—95	40—45	—
Аминотриазол	То же	30	1—2	2 "	90—100	45—55	—
Делалон	" "	30	1—2	1 год	65—70	—	—
Симазин	" "	30	1—2	2 года	95—100	35—40	—
Атразин	" "	30	1—2	2 "	90—95	30—40	—

опрыскиватели ОКМ-А, ОК-5А и др. Опрыскивание нужно проводить в сухую жаркую погоду. Роса или атмосферные осадки значительно снижают действие гербицидов.

Иногда для опрыскивания каналов применяют нефтяные продукты, которые являются гербицидами сплошного одногодичного действия (табл. 71).

Т а б л и ц а

Нефтяные продукты, применяемые в качестве гербицидов сплошного действия

Наименование	Доза внесения на 1 га за одно опрыскивание, т	Число опрыскиваний за сезон	Срок действия	Процент гибели растений от одного опрыскивания
Нефть.....	100—150	1	2—3 года	80—90
Керосин	0,6-0,8	2	1 год	90—95
Соляровое масло .	0,6-0,8	2	1	90—95

Керосин и соляровое масло действуют очень быстро. В течение 2—3 часов растительность погибает, но через 10—15 дней снова отрастает, поэтому опрыскивание приходится повторять.

К биологическому способу борьбы с растительностью на каналах относится затенение

древесной растительностью, посаженной вдоль них с таким расчетом, чтобы тень падала на каналы. Деревья обычно сажают в 2- 3 ряда с одной стороны. Лучшие древесные породы, создающие хорошее затенение,— пирамидальный или туркестанский тополь, плакучая ива и др.

Очистка каналов от заиления. Объем наносов, которые поступают в каналы оросительных систем, достигает больших размеров и с каждым годом увеличивается по мере роста орошаемых площадей.

Для борьбы с наносами в каналах необходимо забирать воду из водосточника в период наименьшей мутности; снижать до предела поступление воды в систему; устраивать отстойники; повышать транспортирующую способность каналов и очищать их.

Очищать каналы от наносов можно сухопутными землеройными машинами, специальными каналоочистительными машинами и методом гидромеханизации.

Для очистки каналов от наносов сухопутными землеройными машинами используют одноковшовые и многоковшовые экскаваторы, а также скреперы, канавокопатели и грейдеры. Одноковшовые экскаваторы применяют с рабочим оборудованием драглайн и обратная лопата с ковшом емкостью от 0,25 до 1 м³.

Одноковшовые экскаваторы целесообразно использовать при толщине слоя наносов в канале не менее 0,3—0,5 м. В противном случае производительность их заметно снижается. Емкость ковша экскаватора должна быть увязана с шириной очищаемого канала поверху:

при емкости		ширина канала	
ковша	0,25—0,35 м ³	поверху	2 м и больше
при емкости		ширина канала	
ковша	0,5 м ³	поверху	4 м и больше
при емкости		ширина канала	
ковша	0,75—1 м ³	поверху	8 м и больше

Одноковшовые экскаваторы лучше применять при достаточном удельном объеме работ (объем наносов в 1 м³ воды на 1 пог. м канала). Минимальным удельным объемом для экскаваторов с ковшом емкостью 0,25—0,35 м³ можно считать 1 м³, с ковшом 0,5—2 м³, с ковшом 0,75—1 м³—4 м³.

При очистке каналов одноковшовые экскаваторы устанавливают на берме, на расстоянии 0,5—1 м от бровки подрезаемого откоса. Очистку ведут поперечным черпанием, двигаясь вдоль одной стороны канала. Производительность одноковшовых экскаваторов по очистке каналов ниже нормативной произво-

длительности их при работе в обычных условиях строительства.

Многоковшовые экскаваторы поперечного черпания (ЭМ-161, ЭМ-502) применяют для очистки каналов глубиной до 1,5 м, шириной по дну 0,6—3 м и поверху не менее 3 м. Ими можно очищать каналы из-под воды; вынутый грунт можно укладывать в отвал вдоль очищенного канала и грузить на транспортные средства. При работе многоковшовых экскаваторов гусеницы их, соединенные телескопической рамой, движутся по бермам, по обе стороны от оси канала.

Использование многоковшовых экскаваторов целесообразно даже при сравнительно небольших удельных объемах работ — 0,1 м³ на 1 пог. м канала. Средняя производительность экскаватора ЭМ-161—50 м³/час, ЭМ-502 — до 100 м³/час. При очистке многоковшовые экскаваторы дают достаточно опрятное сечение канала.

Тракторные скреперы применяют для очистки каналов с достаточной шириной по дну. При использовании скреперов с ковшом емкостью 1,5 м³ ширина канала по дну должна быть не менее 2,4 м, с ковшом 2,25 м³ — не менее 2,2 м, с ковшом 2,75 м³ — не менее 2,6 м и с ковшом емкостью 6—8 м³ — не менее 3,2 м.

Очистку каналов скреперами осуществляют продольной возкой грунта, устраивая через определенные расстояния (50—100 м) въезды и съезды.

Канавокопатели (КМ-800, Д-267А, КПУ-2000А и др.) применяют для очистки внутрихозяйственных оросительных и водосбросных каналов. Характер работы их определяется размерами очищаемых каналов. При ширине канала поверху, не превышающей расстояния между гусеницами трактора, канавокопатель движется по оси канала, а гусеницы трактора перемещаются по дамбам или бермам канала. Если ширина канала поверху больше расстояния между гусеницами трактора, в работе участвуют два трактора, которые движутся вдоль внешнего откоса дамбы или бровки канала. Производительность канавокопателей по очистке каналов достигает 5—6 км в смену.

Тяжелые грейдеры применяют для очистки каналов глубиной 0,7—0,8 м с заложением откосов не менее 1 : 1,25. При очистке каналов грейдер движется одной стороной по дну, а другой по берме, отваливая грунт вдоль канала. Производительность их при 2—3 проходах достигает 2 км в смену.

Кроме обычных землеройных машин, для очистки каналов применяют специальные ка-

навоочистительные машины. Машина Д-490 очищает каналы глубиной 0,8—1,5 м, шириной по дну 0,2—1 м при заложении откосов 1:1; 1:1,5.

Она навешивается на тракторы ДТ-54А и ДТ-55А. Производительность ее до 45 м³/час.

Шнековая канавоочистительная машина КПШ очищает от наносов каналы глубиной до 1,8 м. В зависимости от толщины слоя наносов и глубины канала, очистка производится за 1—3 прохода. Машина работает на прицепе тракторов ДТ-54 или ДТ-55. Средняя производительность ее 1 км/час.

Для очистки небольших каналов с шириной зеркала воды 2,5—3 м методом гидромеханизации используют установки 4ПЗУ ВНИИГиМ с дизельным двигателем мощностью 40 л. с. Землесос монтируется на металлическом понтоне, обслуживают его 2 человека. Полный напор, развиваемый землесосом, 26 м, производительность по пульпе 200 м³/час. Передвижка землесоса в процессе работы осуществляется свайным механизмом. Пульпа подается на расстояние до 25 м. В зависимости от размеров каналов для их очистки применяют землесосы 8ПЗУ ВНИИГиМ, ПКГ-Потийский, «Ирригатор» №1, «Ирригатор» № 2 и др.

Ремонт оросительных каналов и сооружений на сети

Нормальная работа каналов и сооружений возможна при постоянном надзоре, уходе за ними и своевременном проведении ремонтов. В практике эксплуатации оросительных систем применяют два вида ремонтов: текущий и капитальный.

При текущем ремонте выполняют следующие работы: ежегодно подсыпают и уширяют дамбы каналов, очищают бермы, ликвидируют небольшие оползни, обрушения, исправляют поврежденные крепления и одежды каналов; устраняют небольшие повреждения отдельных частей сооружений. Предупредительно-профилактический ремонт, который входит составной частью в текущий, проводят повседневно в процессе эксплуатации оросительных систем для предупреждения возможных повреждений каналов и сооружений. При этом ремонте ликвидируют в дамбах каналов норы землеройных животных, очищают бермы каналов, окалывают лед у сооружений и т. п.

При капитальном ремонте, который проводят периодически в зависимости от состояния каналов и сооружений, устраняют крупные оползни каналов, опасную фильтрацию в низовых откосах дамб каналов, ликвидируют крупные

разрушения одежд каналов и нижних бьефов сооружений, заменяют изношенные конструкции сооружений новыми, реконструируют сооружения, заменяют существующие крепления более устойчивыми и т. п. Ремонтные работы ведут при полном или частичном прекращении подачи воды в оросительную систему.

К числу наиболее часто встречающихся повреждений каналов и сооружений относятся трещины в дамбах каналов, которые образуются вследствие неравномерной осадки, усыхания, промерзания и других причин. Они могут быть поперечные и продольные, несквозные и сквозные. Несквозные трещины расчищают и заливают раствором грунта, из которого отсыпана дамба, или раствором суглинка. Сквозные трещины ликвидируют, закладывая поперек трещины замки через каждые 2—3 м из того же грунта, из которого отсыпана дамба, на глубину 0,3—0,5 м ниже трещины с последующим уплотнением и увлажнением.

Ходы землеройных животных на напорном откосе каналов располагаются выше горизонта воды. Их можно обнаружить щупом и наружным осмотром. Заделывают землеройные ходы глинистым раствором с цементом.

Для предупреждения оползней низовых откосов приканальных дамб устраивают противофильтрационный экран. Оползни особенно

опасны в глубоких выемках каналов. Для борьбы с ними разгружают откосы от кавальеров грунта, устраивают нагорные канавы, перехватывающие поверхностные или грунтовые воды, уполаживают откосы и др.

Размыв русла каналов особенно опасен на участках, проходящих в насыпи, полунасыпи и полувыемке или на косогоре. Его можно устранить устройством крепления или смягчением уклонов на размываемых участках.

Фильтрация через дамбы каналов происходит из-за трещин в насыпи. Появление фильтрующейся мутной воды свидетельствует о выносе частиц грунта из насыпи. Для ликвидации выноса частиц грунта на нижнем откосе расчищают место выхода фильтрационной воды и засыпают его гравийно-песчаной смесью (или устраивают обратный фильтр). Чтобы прекратить фильтрацию воды по напорному откосу дамбы, в месте фильтрации отсыпают грунт, который кольматирует трещины и землеройные ходы.

Необходимость ремонта бетонных и железобетонных сооружений вызывается различными причинами. Коррозия бетона возникает вследствие недостаточной его плотности и может быть устранена цементацией, то есть нагнетанием под давлением через скважины цементного раствора. Каверны и поврежде-

ния бетонных поверхностей (выбоины, сколы углов и др.) заделывают пластичным бетоном.

Перед укладкой бетона поврежденную поверхность очищают, на ней делают насечки для лучшего сцепления нового бетона со старым и бетон подают через воронку.

В бетонных и железобетонных сооружениях часто повреждаются температурные и осадочные швы. Водонепроницаемость швов восстанавливают заливкой гудроном шпонок.

Расстройство дренажей в сооружениях — следствие загрязнения фильтрующей отсыпки. Их восстанавливают путем промывки.

Наблюдение за мелиоративным состоянием участка

Устройство гидрогеологических створов. Наблюдательные скважины чаще всего располагают по створам, пересекающим основные геоморфологические элементы в характерных направлениях.

Чтобы определить направление наблюдательного створа, предварительно закладывают три скважины, которые располагают в вершинах равностороннего треугольника со сторонами 250—300 м. По отметкам воды в скважинах устанавливают направление потока и

параллельно ему разбуривают остальные скважины створа.

Наблюдательные пункты бывают одиночные и групповые. Групповые пункты на створах организуют для изучения взаимосвязи грунтовых вод с поверхностными и глубокими напорными водами, а также для наблюдения за гидрохимическим режимом грунтовых вод по вертикальному разрезу.

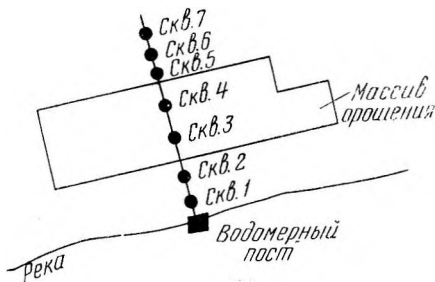


Рис. 56. Размещение скважин для наблюдения за режимом грунтовых вод при орошении.

Питание грунтовых вод на площади орошения может происходить за счет инфильтрации атмосферных осадков или фильтрации из открытых водоемов, либо оросительных вод. Ча-

сто на орошаемых площадях эти факторы действуют совместно. Наблюдения должны быть организованы таким образом, чтобы можно было выяснить влияние каждого из указанных факторов. С этой целью наблюдения за колебанием уровня воды в буровых скважинах ведут: 1) на всей площади орошения; 2) по отдельным створам около водоема; 3) по поперечникам у отдельных оросительных каналов (рис. 56). В первом случае определяют общие изменения динамики грунтового потока в зависимости от перечисленных факторов, во втором выявляют характер взаимосвязи между водоемами и грунтовыми водами массива орошения (рис. 57).

При наблюдениях по створам у отдельных оросительных каналов выясняют влияние оросительных вод на режим грунтовых вод массива орошения.

Такие поперечники закладывают следующим образом: по одной скважине на каждой дамбе и не менее чем по две — по обе стороны канала (рис. 57).

Замеры уровней грунтовых вод. Данные о динамике уровня грунтовых вод позволяют работникам орошаемого земледелия правильно назначать поливные нормы и сроки поливов возделываемых культур на каждом поливном участке, вовремя заметить неблагоприят-

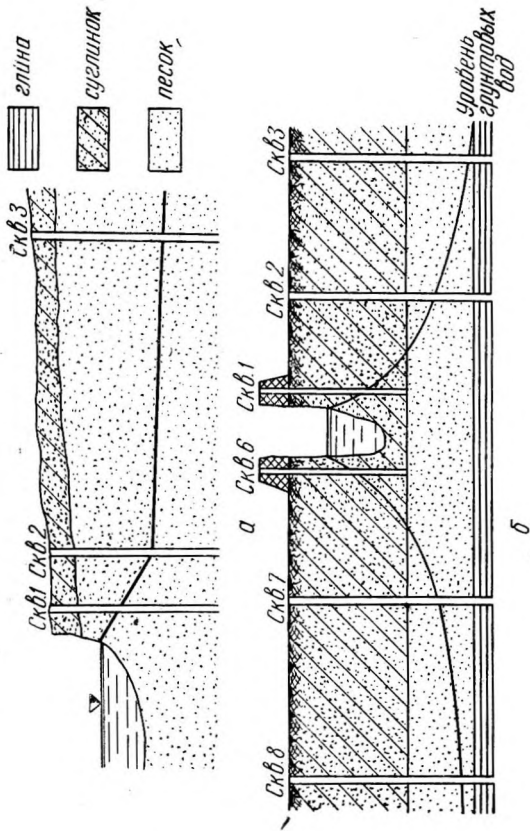


Рис. 57. Разрез по поперечнику буровых скважин у реки (а) и через оросительный канал (б).

ные изменения в режиме грунтовых вод и принять соответствующие меры.

Уровень грунтовых вод в наблюдательных скважинах обычно замеряют раз в пятидневку— 5, 10, 15, 20, 25, 30-го числа каждого месяца, а при затруднениях, связанных с проведением наблюдений в неполивной период — раз в декаду— 10, 20, 30-го числа. Уровень замеряют не менее двух раз подряд мерной металлической рулеткой. Опустив ленту рулетки в скважину и услышав звук хлопушки, замечают отсчет по ленте. Если при втором измерении получается новый отсчет, отличающийся от первого более чем на 1 см, то двукратное измерение повторяют снова и записывают тот отсчет, который повторился без изменений 2 раза.

Регулярные наблюдения за режимом грунтовых вод сопровождаются изучением их солевого состава. Пробы воды для анализа из намеченных скважин отбираю не менее трех раз в год: в мае, июле и сентябре (5 или 10-го числа каждого месяца). Пробы воды из скважин берут, предварительно откачивая или вычерпывая воду в чистые бутылки емкостью 0,5 л.

Бутылки прочно закрывают пробками, снабжают этикетками установленного образца и отправляют в лабораторию.

В пробах воды обычно определяют сухой остаток, CO_3'' ; HCO_3' ; Cl' ; SO_4'' ; $\text{Ca} \square \square \square$; $\text{Mg} \square$; $\text{Na} \square$.

Классификация вод по химическому составу. Все природные воды делятся по преобладающему аниону (по эквивалентам) на три класса: гидрокарбонатных и карбонатных ($\text{HCO}_3' + \text{CO}_3''$), сульфатных (SO_4'') и хлоридных (Cl').

Каждый класс по преобладающему катиону подразделяется на три группы: кальциевую, магниевую и натриевую.

Каждая группа, в свою очередь, делится на типы, определяемые соотношением между ионами в мг/экв.

Первый тип характеризуется соотношением $\text{HCO}_3' > \text{Ca} \square + \text{Mg} \square$. Воды первого типа чаще всего мало минерализованы.

Второй тип характеризуется соотношением $\text{HCO}_3' < \text{Ca} \square + \text{Mg} \square < \text{HCO}_3' + \text{SO}_4''$. К этому типу относятся воды малой и умеренной минерализации.

Третий тип характеризуется соотношением $\text{HCO}_3' + \text{SO}_4'' < \text{Ca} \square + \text{Mg} \square$ или, что то же самое, $\text{Cl}' > \text{Na} \square$. К этому типу обычно относятся минерализованные воды.

Четвертый тип характеризуется соотношением $\text{HCO}_3' = 0$. Воды этого типа кислые.

Поэтому в класс карбонатных они не входят и находятся только в сульфатном и хлоридном классах в группах Ca^{\square} и Mg^{\square} , где нет первого типа.

Учет сбросных и дренажных вод. Учет сбросных и дренажных вод на участках, расположенных в зоне недостаточного увлажнения, желательно вести отдельно.

Учет дренажных вод обычно проводят в устье каждой дрены при впадении ее в групповой коллектор первого и второго порядка, в устье коллекторов низшего порядка или впадении их в коллекторы высшего порядка. Учет воды в общем коллекторе ведут в месте сброса ее в водоприемник (река, озеро).

В дренах и коллекторах первого и второго порядка расходы проходящей воды определяют с помощью стокомеров или водомеров, а при небольших расходах — затопленными трапецеидальными водосливами.

В дренах и коллекторах первого и второго порядка расходы воды определяют один раз в декаду в поливной период и 1—2 раза в месяц— в неполивной.

На сбросных каналах для учета воды устанавливают стокомеры или водомеры. Чаще учет сбросной воды ведут незатопленными водосливами.

Лесонасаждения на каналах

Лесонасаждения вдоль оросительных, обводнительных и дренажных каналов предназначаются для их затенения, снижения уровня грунтовых вод вдоль каналов и защиты от пыльных бурь.

Расстояние между рядами лесополосы при механизированной посадке и обработке принимают 2—3 м, расстояние в рядах для декоративных растений 0,4—0,6 м. При посадке вдоль канала лесополосы из плодовых деревьев расстояния между рядами и в ряду принимают: для алычи, шелковицы, черного ореха, лесной яблони и дикой груши 2,0—2,5 м, для культурных плодовых деревьев — 3—4 м и более.

Ассортимент древесных пород и конструкцию лесополос принимают в соответствии с положением по защитному лесоразведению для данной республики (края, области).

Первый ряд деревьев от канала нужно сажать на расстоянии не более одного метра от подошвы откоса дамбы.

Породы декоративных деревьев, рекомендуемые для посадки вдоль каналов, приведены в таблице 72.

**Породы деревьев, рекомендуемые для посадки
на каналах**

Наименование пород	Высота, м	Ширина, м	Виды преимущественного применения (отлично +)		
			ветрозащитные	теневые	по борьбе с грунтовыми водами
Айлант.....	20—25	8-10	+	+	+
Остролистный клен	25—40	10-15	+	+	+
Дуб.....	20—40	10—15	+	+	+
Обыкновенный ясень	25—40	10—15	+	+	+
Мелколистная липа.....	20—40	10-15	+	+	+
Береза.....	20-30	6—10	+	—	+
Гледичия	20—15	6—10	+	+	+
Черный тополь . .	25-40	10—12	+	+	+
Пирамидальный тополь	25—40	4- 5	+	—	+
Туркестанский тополь	25—50	10—12	+	+	+
Канадский тополь	25—40	10-15	+	+	+
Белая акация . .	20-25	8—10	+	+	+
Обыкновенный вяз	25—40	10—15	+	+	+
Туркестанский вяз	24—40	10-15	+	+	+
Ветла	10-25	10—12	+	+	+
Гигантская туя .	45—50	10-12	+	+	+
Плачущая ива . .	20—30	10-15	+	+	+
Конский каштан .	20—40	10-15	+	+	+

Эксплуатационная гидрометрия

Задача эксплуатационной гидрометрии — получение данных, необходимых для проведения планов водопользования и мероприятий по повышению коэффициента полезного действия оросительной системы.

Для этого необходимо:

оборудовать оросительные системы наиболее современными водоизмерительными устройствами и средствами автоматизации и телемеханизации, своевременно проводить тарировку гидротехнических сооружений;

осуществлять контроль за использованием оросительной воды водопользователями;

определять потери воды из оросительных каналов;

устанавливать режим работы гидросооружений и насосных станций;

составлять полный водный баланс оросительной системы;

оснащать оросительные системы всевозможными гидрометрическими, метеорологическими, гидравлическими приборами и оборудованием для изучения режима их работы.

Существует несколько видов гидрометрических постов:

а) опорные, расположенные на 100—150 м ниже водозаборных сооружений, которые служат для определения величины расхода в головной части канала;

б) водомерные на головных участках распределительных и межхозяйственных каналов;

в) водомерные в голове хозяйственного канала на водовыделах;

г) по границе эксплуатационных участков,

д) в голове участковых каналов;

е) на водоприемных сооружениях насосных станций.

На водомерных постах ведут постоянные наблюдения и измерения расходов воды и выполняют первичную обработку материалов наблюдений и измерений, составляют периодические технические отчеты.

В настоящее время в эксплуатационной гидрометрии применяют два метода учета воды: русловой и гидравлический.

В первом случае расходы воды определяют непосредственно в русле водотока, замеряя скорость и устанавливая ее среднюю величину.

Этот метод иногда называют точечным.

При втором методе расходы воды замеряют при помощи стационарных водомерных или гидротехнических сооружений на сети.

Гидравлический метод, позволяющий замерять расход без определения скоростей, применяют более широко.

Русловой метод учета воды

Сущность руслового метода заключается в определении расхода непосредственно в русле по элементу живого сечения контрольного постоянного створа. В контрольном сечении канала ширина по дну и заложение откосов должны быть постоянными.

При постоянном сечении канала и разном его наполнении можно установить зависимость $Q=f(H)$.

Расход воды, проходящей через какое-либо сечение потока, равен:

$$Q=Fv,$$

где F — площадь живого сечения, m^2 ;

v — средняя скорость течения воды в данном сечении, $m/сек$.

Таким образом, измерение расхода сводится к определению площади живого сечения и ско-

рости течения в различных его точках для получения средней скорости.

Выбор и оборудование гидрометрического поста. Участок для гидрометрического поста должен быть прямолинейным с постоянным уклоном по длине, дно и откосы канала должны быть достаточно устойчивыми и чистыми от растительности.

Подпор не должен сильно влиять на режим потока участка.

Длина прямолинейного участка должна быть не менее 8—10-кратной ширины его при среднем наполнении канала.

Гидрометрический пост оборудуют необходимыми приспособлениями, позволяющими замерять глубины и скорости по всей ширине потока. На оросительных каналах шириной поверху не более 40 м пользуются гидрометрическими мостиками.

Наиболее просты речные посты, которые состоят из одной или нескольких вертикальных реек, прикрепленных к искусственному сооружению или к отдельным сваям, забитым в русло потока.

На каналах с бетонной одеждой применяют наклонные рейки, прикрепляемые к откосу специальными штырями, вделанными в облицовку. Если наклонная рейка имеет деления через 1 см, то отсчет по рейке надо умно-

жить на $\sin \alpha$; α — угол между линией горизонта и направлением рейки.

Измерение скоростей течения воды. Для определения расхода воды по сечению потока необходимо получить по каждой вертикали площадь, равную произведению средней скорости по вертикали на среднюю глубину $\omega_{и} = v_{ср} h_{ср}$, и распределение ее по ширине живого сечения.

Среднюю скорость $v_{ср}$ по вертикали определяют двухточечным методом, который считается основным:

$$v_{ср} = \frac{v_{0,2h} + v_{0,8h}}{2}.$$

Иногда среднюю скорость определяют одноточечным методом по скорости воды, измеренной на 0,6 глубины вертикали:

$$v_{ср} = v_{0,6h}.$$

Этот метод применяют, когда нужно ориентировочно определить скорость воды.

Среднюю скорость воды по вертикали можно определить по поверхностной скорости, вводя поправочный коэффициент:

$$K = \frac{v_{ср}}{v_{пов}}, \text{ откуда } v_{ср} = K v_{пов}.$$

В результате многочисленных опытов установлено, что среднее значение K можно факти-

чески принимать равным 0,85, тогда средняя скорость по вертикали составит:

$$v_{\text{ср}} = 0,85 v_{\text{пов.}}$$

Основной прибор для определения скоростей течения в различных точках живого сечения потока — гидрометрическая вертушка.

Принцип действия ветушки основан на вращении одной ее части (ротора) под влиянием давления движущейся воды. Вращающейся частью вертушки может быть крыло, винт или турбинка (в зависимости от конструкции).

Скорость вращения ротора прибора находится в определенной зависимости от скорости течения.

Вертушка Жестовского Ж-3 состоит из корпуса, ходовой части и хвостового оперения. В корпусе размещена ось с контактной группой. Число оборотов винта вертушки определяют по числу электрических сигналов, посылаемых по проводам контактного устройства через каждые 20 оборотов лопастного винта.

Эта вертушка предназначена для измерения скоростей течения воды от 0,04 до 5 м/сек на глубине до 3 м при работе на штанге и до 25 м при работе с троса. После работы (в тот же день) в теплом помещении вертушку очищают и промывают в ванне с бензином.

Вертушка Жестовского ГР-21 (рис. 58) новая модель вертушки Ж-3. Она состоит из корпуса хвостового оперения, ходовой части с контактным механизмом и лопастным винтом сигнального устройства. Вертушкой измеряют скорости течения воды от 0,1 до

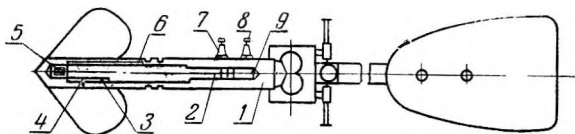


Рис. 58. Гидрометрическая вертушка Жестовского ГР-21 (модернизированная):

1 — корпус; 2 — ось ходовой части; 3 — шарикоподшипники;
 4 — наружная упорная труба; 5 — осевая гайка; 6 — зажимная муфта; 7 — массовая клемма; 8 — клемма изолированная; 9 — гнездо штепселя.

2 м/сек. Погрешность измерений скоростей течения воды при этом $\pm 2\%$. При других диапазонах скоростей эта погрешность возрастает до $\pm 4-6\%$.

Вертушка Бурцева ГР-11 (рис. 59) предназначена для измерения скорости течения воды в потоке в диапазоне от 0,6 до 10 м/сек. Она может работать как на штанге, так и на тросе. Минимальный слой воды над ней должен быть не менее 0,07 м, погрешность измерения скоростей не превышает $\pm 3\%$.

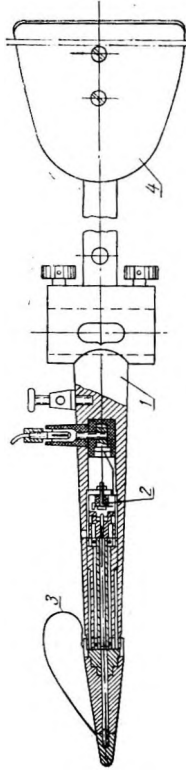


Рис. 59. Гидрометрическая вертушка Бурцева ГР-11:

1 — корпус; 2 — ходовая часть; 3 — лопасть; 4 — хвостовое оперение.

Счетно-импульсный механизм данной вертушки состоит из секундника и электроимпульсного счетчика.

Кроме перечисленных вертушек с горизонтальной осью вращения, есть вертушки с вертикальной осью вращения с ротором в виде турбинки. Их не следует применять в потоках, засоренных мусором, водорослями и при движении по дну крупных донных наносов (ИВХ и системы САНИИРИ — Бахирева). Чувствительность вертушки ИВХ превосходит чувствительность вертушек с горизонтальной осью вращения.

Вертушку после 20 измерений расходов при большой мутности воды или 50 измерений расходов при небольшой мутности отправляют на тарировку.

Определение расходов воды. Число точек измерения скоростей на вертикали принимают в зависимости от необходимой точности определения расхода. Число скоростных вертикалей выбирают в зависимости от размеров канала (табл. 73).

Измерение скорости вертушкой на одной вертикали в зависимости от точности работы может быть трех-, двух- и одноточечным. Глубину погружения вертушки записывают все время от поверхности воды. Продолжительность наблюдения скорости течения принимают с та-

Число скоростных вертикалей в каналах

Расход воды в канале, м ³ /сек	Заложение откосов			
	1	1,5	2	2,5
До 2	3	3	3	
От 2 до 5	3	3—5	5	5
От 5 до 10	3-5	5-7	5-7	5-7
От 10 до 20	5-7	5-7	7-9	7—9
От 20 до 50	5-7	5—7	7—9	7—9

ким расчетом, чтобы число оборотов лопастей было не больше 500 и не меньше 100. Минимальная продолжительность наблюдения на глубине на $0,2H$ — 2 минуты, на $0,6H$ — 3 минуты и на $0,8H$ — 4 минуты. Расходы воды по скоростям, замеренным вертушкой можно определять аналитическим, упрощенным аналитическим, графоаналитическим и графомеханическим способами.

В практике эксплуатации оросительных систем чаще всего применяют аналитический способ, сущность которого сводится к следующему.

Определяют площади отдельных участков сечения ω , ограниченных скоростными вертикалями (рис. 60). Далее вычисляют средние

скорости v_{cp} для каждой скоростной вертикали в отдельности по формулам:

при измерении в трех точках

$$v_{cp} = 0,25(v_{0,2} + 2v_{0,6} + v_{0,8});$$

при измерении в двух точках

$$v_{cp} = 0,50 (v_{0,2} + v_{0,8});$$

при измерении в одной точке

$$v_{cp} = v_{0,6}; \quad v_{cp} = K v_{пов.}$$

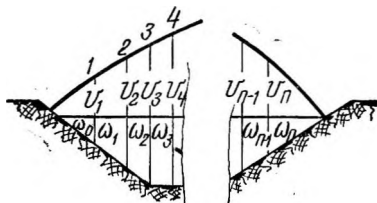


Рис. 60. К определению расходов воды аналитическим способом.

Общий расход для всего сечения канала определяется по формуле:

$$Q = \frac{2}{3} \omega_0 v_1 + \omega_1 \frac{v_1 + v_2}{2} + \omega_2 \frac{v_2 + v_3}{2} + \dots$$

$$\dots + \omega_{n-1} \frac{v_{n-1} + v_n}{2} + \frac{2}{3} \omega_n v_n.$$

Учет воды с помощью протарированных гидротехнических сооружений

Значительный объем полевых и камеральных работ при русловом методе учета воды ограничивает его применение в эксплуатационной гидрометрии.

Для измерения и учета воды можно пользоваться регулирующими и вододелительными сооружениями при тарировке их.

Расход воды, пропускаемый сооружением, можно определить по формулам гидравлики, устанавливающим связь между расходом и элементами потока в сооружении:

$$Q = m\omega\sqrt{2qh},$$

где Q — искомый расход воды, $м^3/сек$

ω — площадь отверстия сооружения, через которое протекает поток, $м^2$;

q — ускорение силы тяжести;

h — действующий напор;

m — коэффициент расхода.

Все элементы, входящие в эту формулу, за исключением величины m , для каждого отдельного случая можно определить непосредственно на сооружении.

Следовательно, задача тарировки данного сооружения — опытным путем определить

коэффициент m , непосредственно измерив параметры, входящие в формулу.

Тарировка и обработка материалов. Величина коэффициента m колеблется в широких пределах при измерении характера истечения. Полученные данные тарировки какого-либо сооружения не могут быть распространены на другие, даже однотипные сооружения. Только многократность определения m для каждого отдельного сооружения при различном режиме его работы позволит получить надежную характеристику тарировочных данных и обеспечить точность учета воды.

Из полученных значений m по каждому измерению определяют среднюю его величину, принимая его равным среднему арифметическому:

$$m_{\text{ср}} = \frac{\Sigma m}{n},$$

где n — число замеров.

После определения $m_{\text{ср}}$ можно составлять тарировочные уравнения для данного сооружения, которые сведены в таблицу 74.

В дальнейшем составляют таблицы для практического учета воды по тарировочным уравнениям.

Тарировочные уравнения

Характер работы сооружения	Формула	Примечание
Свободное истечение при полностью поднятом щите или при переливе	$Q = K_1 H^{3/2}$	
Затопленное истечение при полностью поднятом щите	$Q = K_1 H^{3/2} \sigma_{\Pi}$	
Свободное истечение из под щита	$Q = K_1 t_{\text{ш}} \sqrt{H_{\text{в}} - \frac{h_{\text{ш}}}{2}}$	$K_1 = m_{\text{ср}} b \sqrt{2q} = 4,43 m_{\text{ср}} b$

Характер работы сооружения	Формула	Примечание
Затопленное истечение из-под щита для открытых сооружений и труб прямоугольного сечения	$Q = K_1 h_{\text{щ}} \sqrt{H_{\text{в}} - H_{\text{н}}}$	
Затопленное истечение через трубу круглого сечения	$Q = K_2 \sqrt{H_{\text{в}} - H_{\text{н}}}$	$K_2 = 3,48 m_{\text{ср}} d^2$
Затопленное истечение из-под щита	$Q = K_3 \omega \sqrt{H_{\text{в}} - H_{\text{н}}}$	$K_3 = m_{\text{ср}} \sqrt{20} = 4,43 m_{\text{ср}}$ <p>ω — площадь подщитового отверстия</p>

Водомерные сооружения на каналах

Водосливы с тонкой стенкой. Для учета воды на ирригационных каналах с небольшим расходом ($0,2—0,8 \text{ м}^3/\text{сек}$) широко применяют водосливы трапецидальной формы (рис. 61) (табл. 75).

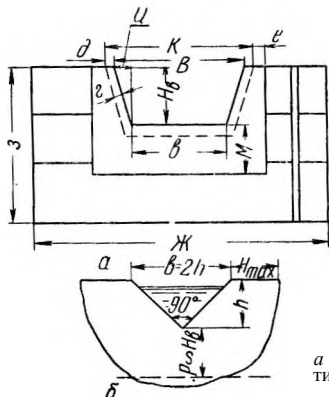


Рис. 61. Водосливы:
 а — трапецидальный (Чиполетти); б — треугольный (Томсона).

Формула расхода этого водослива без учета величины подходной скорости:

$$Q=1,86 b H^{3/2} \text{ м}^3/\text{сек}.$$

Основные рабочие параметры трапецидального водослива приведены в таблице 76.

Таблица 75

Стандартные размеры трапециoidalного водослива системы Чиполетти, см

Длина порога водослива, см	<i>B</i>	<i>H_в</i>	<i>K</i>	<i>q</i>	<i>u</i>	<i>Г</i>	<i>З</i>	<i>Ж</i>	<i>М</i>	<i>e</i>
20	26	12	32	7	3	3	40	100	12	4
30	37,5	15	48	10	3,8	5	50	100	12	4
50	61	22	71	10	5,5	5	55	120	12	4
70	85	30	95	12	7,5	5	65	140	15	4
80	97	35	107	13	8,4	5	70	160	15	5
100	120	40	130	15	10,0	5	80	190	15	5
120	146	50	156	16	11,6	5	90	200	15	5

Рабочие параметры трапецеидального водослива

Основные параметры	Ширина порога водослива <i>b</i> , см						
	20	30	50	70	80	100	120
Расход, л/сек:							
нормальный	4,5	12,0	50,0	100,0	160,0	230,0	400,0
максимальный	7,0	20,0	67,0	160,0	210,0	360,0	500,0
Напор, см:							
минимальный	2,0	3,0	5,0	7,0	8,0	10,0	10,0
максимальный	7,0	10,1	17,0	24,0	26,5	33,0	42,0

Порог водослива устанавливается строго горизонтально и нормально к направлению струи. Он должен быть на 3—4 см выше уровня воды в канале за водосливом при $Q_{\text{макс}}$ для предохранения его от подтопления. Высота по-

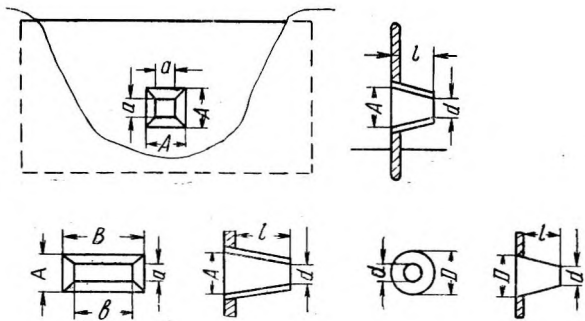


Рис. 62. Измерительные насадки

рога над дном канала (перед водосливом) должна быть не менее $H_{\text{макс}}$. Отметка нуля рейки должна соответствовать отметке порога водослива. Длина прямолинейного участка выше водослива должна быть 10—15 b , ниже водослива — не менее 5 b .

При соблюдении этих требований можно достичь значительной точности в определении расходов. Средняя ошибка не превышает $\pm 2\%$.

**Определение расхода оросительной воды
трапецидальным водосливом (Чиполетти)**

Напор на пороге водо- слива, <i>м.м</i>	Ширина порога водослива <i>b, м</i>				
	0,20	0,30	0,40	0,50	0,70
	расход. <i>л/сек</i>				
30	1,93				
34	2,33	3,49			
38	2,75	4,13	5,53		
42	3,20	4,80	6,42	8,03	
46	3,67	5,50	7,35	9,20	
50	4,16	6,24	8,34	10,39	14,59
54	4,67	7,00	9,36	11,67	16,38
58	5,20	7,80	10,42	13,00	18,23
62	5,74	8,61	11,51	14,36	20,15
66	6,30	9,46	12,65	15,76	22,13
70	—	10,43	13,81	17,24	24,12
74	—	14,24	15,02	18,73	26,22
78	—	12,16	16,25	20,26	28,37
82	—	13,10	17,52	21,83	30,57
86	—	14,07	18,81	23,44	32,83
90	—	15,07	20,14	25,11	35,16
94	—	16,08	21,50	26,81	37,53
98	—	17,11	22,89	28,53	39,94
102	—	18,17	24,30	30,29	42,41
106	—	—	25,74	32,10	44,94
110	—	—	27,52	33,96	47,55
114	—	—	28,71	35,86	50,23
118	—	—	30,24	37,79	52,90
122	—	—	31,79	39,55	55,38
126			33,36	41,76	58,46

Напор на пороге водослива, <i>мм</i>	Ширина		порога вод	ослива <i>b, м</i>	
	0,20	0,30	0,40 расход, <i>л/с</i>	0,50 <i>ек</i>	0,70
130			34,97	43,52	60,93
134	—	—	—	45,58	63,82
138	—	—	—	47,64	66,70
142	—	—	—	49,70	69,58
146	—	—	—	51,91	72,67
150	—	—	—	54,11	75,76
154	—	—	—	56,17	78,64
158	—	—	—	58,38	81,73
162	—	—	—	60,58	84,81
166	—	—	—	62,93	88,11
170	—	—	—	65,29	91,40
174	—	—	—	—	94,49
178	—	—	—	—	98,78
182	—	—	—	—	101,00
186	—	—	—	—	104,00
190	—	—	—	—	107,00
194	—	—	—	—	111,00
198	—	—	—	—	114,00
202	—	—	—	—	118,50
206	—	—	—	—	122,00
210	—	—	—	—	125,60
214	—	—	—	—	129,00
218	—	—	—	—	133,00
222	-	—	—	—	135,50
226					140,00
380					

Водомерные насадки. Для учета оросительной воды на мелкой ирригационной сети широко применяют водомерные затопленные насадки с пропускной способностью до 500 л/сек.

Насадка имеет вид стенки, перегородивающей русло канала, с отверстием в ней, расположенным у дна канала (рис. 62).

Насадки и стенки выполняют из различного материала; по форме поперечного сечения насадки могут быть круглыми, квадратными или прямоугольными (табл. 78).

Т а б л и ц а 78

Соотношение размеров частей насадки различной формы сечения (по данным М. В. Бутырина)

Форма сечения насадки	Диаметр входного отверстия D	Длина насадки по оси	Высота входного отверстия прямоугольного сечения A	Ширина выходного отверстия насадки прямоугольного сечения b	Ширина выходного отверстия прямоугольного сечения B
Круглая . . .	$1,92 d$	$2d$	-	-	-
Квадратная . .		$2 a$	$1,92 a$	-	
Прямоугольная		$3 a$	$a + 0,3l$	$2a$	$b + 0,3l$

П р и м е ч а н и е.

d —диаметр выходного отверстия;

a —высота входного отверстия (квадратного и прямоугольного).

Расход воды, проходящий через насадок, определяется по общей формуле:

$$Q = m \omega \sqrt{2dqz},$$

где ω — площадь выходного отверстия;

z — разность горизонтов воды перед насадкой и за ней;

m — коэффициент расхода; для круглого сечения $m = 0,95$; для квадратного и прямоугольного сечений $m = 0,925$.

Таблица 79

Размеры насадок и их пропускная способность
(по данным М. В. Бутырина)

Номер стандарта	$d, \text{ см}$	$D, \text{ см}$	$l, \text{ см}$	$z_{\text{макс}}, \text{ см}$	Пропускная способность, л/сек
<i>Насадки круглого сечения</i>					
1	10	20	20	20	15
2	15	29	30	20	35
3	25	48	50	25	100
5	30	57	60	25	150
6	40	67	70	25	200
7	40	76	80	25	300
<i>Насадки квадратного сечения</i>					
1	10	20	20	20	20
2	15	29	30	20	45
3	20	38	40	25	85
4	25	48	50	25	130

Номер стандарта	$d, \text{ см}$	$D, \text{ см}$	$l, \text{ см}$	$z_{\text{макс}}, \text{ см}$	Пропускная способность, л/сек
5	30	57	60	25	190
6	35	67	70	25	260
7	40	76	80	25	330

Для нормальной работы насадки необходимо, чтобы отверстие ее было затоплено (превышение горизонта воды над краем отверстий должно быть не менее 5 см), щит насадки был установлен перпендикулярно к оси потока и дну канала, пропускная способность насадки соответствовала пропускной способности канала, а значения z были в пределах 5—30 см.

Таблица 80

Размеры насадок прямоугольного сечения и их пропускная способность (по данным М. В. Бутырина)

Номер стандарта	$a, \text{ см}$	$b, \text{ см}$	$A, \text{ см}$	$B, \text{ см}$	$l, \text{ см}$	$z, \text{ см}$	$Q_{\text{макс}}, \text{ л/сек}$
1	10	20	19	29	30	20	37
2	15	30	29	44	45	20	82
3	20	40	38	58	60	25	105
4	25	50	47	72	75	25	250
5	30	60	57	87	90	25	370
6	35	70	66	101	105	25	500

Автоматизация учета воды

Лимниграфы — это автоматические приборы для записи (фиксации) уровней воды. Схема действия лимниграфа приведена на рисунке 63.

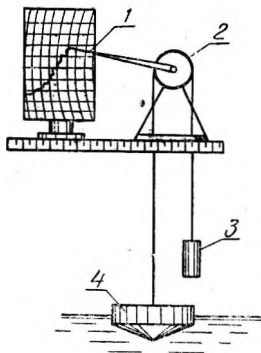


Рис. 63. Схема лимниграфа:

1 — перо; 2 — шкив;
3 — противовес; 4 — поплавок.

При колебаниях воды происходит вращение барабана и на разграфленной ленте пером в некотором масштабе вычерчивается кривая (лимниграмма), по которой определяется уровень воды в любой момент.

Для постов эксплуатационной гидрометрии в последнее время предложены различные конструкции лимниграфов: типа САНИИРИ 46 и 47, ГГИ-39, ГГИ-41 и ВГС.

Массовое распространение в ирригации получил самописец уровня воды «Валдай» (СУВ-М), который предназначен для регистрации изменения во времени уровня воды в водотоках. Он состоит из двух основных узлов: поплавковой системы и запи-

сывающего механизма (рис. 64). Предел регистрации уровня воды — 6 м. Масштаб записи уровня 1:1; 1:2; 1:10. Масштаб записи времени — 12 мм/час и 24 мм/час. Ошибка в точности регистрации уровня воды самопис-

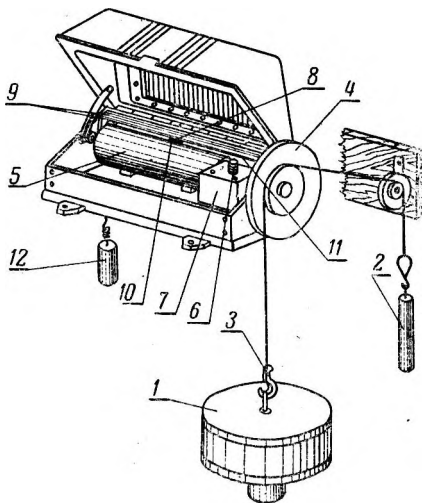


Рис. 64. Самописец «Валдай»:

1 — поплавок; 2 — противовес; 3 — зажим;
 4 — поплавокое колесо; 5 — барабан; 6 —
 барабанчик; 7 — водонепроницаемый ко-
 жух; 8 — каретка; 9 — направляющие
 стержни; 10 — пишущее перо; 11 — струна;
 12 — гиря.

цем не превышает: ± 3 мм при масштабе записи 1:1; ± 5 мм при масштабе 1:2; ± 7 мм при масштабе 1:5; ± 10 мм при масштабе 1:10.

Среднесуточные горизонты по лимниграмме вычисляют различными способами, в зависимости от характера кривой колебания горизонтов.

При плавном очертании кривой $H_{\text{ср.сут}}$ можно вычислять как среднее арифметическое из горизонтов, взятых через определенные постоянные промежутки времени:

$$H_{\text{ср.сут}} = \frac{\sum_{i=1}^{n+1} H_i}{n+1},$$

где n — число промежутков.

При резких колебаниях горизонтов воды $H_{\text{ср.сут}}$ определяют планиметрированием площади или аналитически по отдельным характерным точкам кривой.

Водомеры и стокомеры. Переносной водомер КПВГ системы Глубшева представляет собой простейший тип расходомера-полуавтомата для измерения секундных расходов воды Q и напоров H на мелкой оросительной и сбросной сети (рис. 65).

Он предназначен для учета расходов и суммарных объемов оросительной воды в точках

водовыдела или при межбригадном распределении. Водомер КПВГ рассчитан на расходы 40, 70 и 100 л/сек.

Формула, положенная в основу при градуировке расходной шкалы:

$$Q = 3,3d^2\sqrt{z},$$

где Q — расход воды, м³/сек;

d — диаметр выходного отверстия насадки, м;

z — напор воды на насадке, м.

Водомер может учитывать расходы воды при напорах от 20—30 до 300 мм. Погрешность измерения составляет ±2%. Основное условие работы водомера — затопленное истечение из его насадки со стороны нижнего бьефа.

Водомер-полуавтомат ВПГ-54 системы Глубшева. Поплавковый водомер Глубшева предназначен для установки на сужающих устройствах типа конических насадок, работающих в комплекте с трубовыпусками

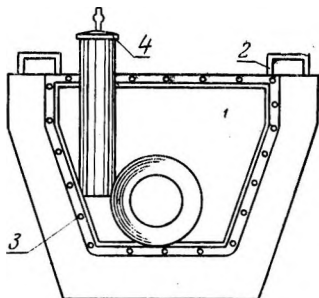


Рис. 65. Колхозный водомер системы Глубшева:

1 — щит; 2 — скоба; 3 — угловое железо; крышка.

диаметром: 400, 500, 700, 800, 900, 960 и 1000 мм.

Насадку с водомером можно устанавливать отдельно от трубовыпуска, непосредственно в русле канала, в специальной подпорной стенке.

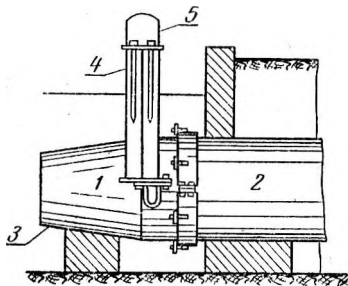


Рис. 66. Водомер ВПГ-54 системы Глубшева:

1 — металлическая насадка; 2 — трубчатый трубовыпуск; 3 — бетонная подушка; 4 — водомер ВПГ-54; 5 — механизм водомера.

Работа прибора основана на взаимодействии двух поплавков, расположенных в двух пьезометрических трубках водомера (рис. 66).

Суммарный объем поданной воды равен произведению средней величины расхода на время. Погрешность измерения не превышает

$\pm 2\%$ общей амплитуды измеряемого напора на сужающем устройстве от 2 до 50 см.

Формула, положенная в основу при расчете:

$$Q=3,9 d^2 \sqrt{z}.$$

Водомер-автомат ВДГ-58 системы Глубшева. Дифференциальный водомер системы Глубшева выпускается Рижским заводом гидроприборов совместно с сужающими устройствами типа конической насадки для 13 различных диаметров от 400 до 1000 мм.

Счетный механизм водомера непрерывно показывает секундные расходы в m^3 и суммарные объемы воды в тыс. m^3 . Амплитуда колебаний разности давлений на сужающем устройстве, на которую рассчитан водомер, допустима от 0,02 до 0,5 м.

Погрешность в измерении расходов и суммарных объемов не превышает $\pm 3\%$.

Расчетная формула водомера та же, что и для ВПГ-54.

Фотогидрометрический метод учета воды.

Этот метод был предложен инженером В. Э. Вид. Сущность его состоит в фотографическом фиксировании результатов измерений расхода воды индикаторами-интеграторами одновременно для всего живого сечения открытого потока.

По перфорированному трубопроводу, уложенному по дну канала в момент замера, подаются воздушные или жидкостные индикаторы, которые создают в потоке сплошную завесу. Индикаторы подаются специальной установкой, находящейся на берегу. Места появления

интеграторов на поверхности воды в силу различия скоростей и глубины в потоке размещаются по кривой линии.

Измерение расхода воды в натуре состоит в фотографировании потока.

Соединяя вершины вспучивания — места всплывания индикаторов-интеграторов, изображенных на фотоснимке, получают внутреннюю огибающую линию. Площадь полученной эпюры определяют планиметрированием.

Для вычисления мгновенного расхода воды, измеренного фотогидрометрическим методом, автором предложена формула:

$$Q = C w \omega \text{ м}^3/\text{сек},$$

где C — коэффициент фототрансформации;
 w — скорость всплывания индикаторов в воде — постоянная величина;
 ω — площадь эпюры расходов на фотоснимке.

Коэффициент фототрансформации C можно определить по формуле:

$$C = \frac{F}{f} \text{ м}^2/\text{сек}^2,$$

где F — площадь базиса фотосъемки в натуре, м^2 ;
 f — площадь изображения базиса на фотографическом снимке, см^2 .

Литература

Аристовский В. В. Гидротехнические сооружения и конструкции. ГИМИЗ, Л., 1949.

Астапов С. В. Мелиоративное почвоведение (практикум). Сельхозгиз, М., 1958.

Багров М. Н. Опыт применения полива затоплением укрепленных чеков. «Гидротехника и мелиорация» № 3, 1963.

Батраков Ю. Г. и др. Планировка орошаемых земель. Изд. «Колос», М., 1964.

Богомоллов Г. В., Силин-Бекчурин А. И. Специальная гидрогеология. М., 1955.

Веселый В. С. Гарантированные урожаи. Ставропольское книжное издательство, 1964.

Виленский Д. Г. Почвоведение. Учпедгиз, М., 1954.

Владыченский С. А. Сельскохозяйственная мелиорация почв. Издательство МГУ, 1964.

Власюк П. А. Водный режим и продуктивность сельскохозяйственных культур на юге Украины. Биологические основы орошаемого земледелия. Изд. АН СССР, 1957.

Воропаев Г. В., Носенко В. Ф. Механизированные поливы сельскохозяйственных культур. Алма-Ата, Казсельхозгиз, 1963.

Гаврилюк Ф. Я. Полевое исследование и картирование почв. «Высшая школа». М., 1963.

Г и п р о в о д х о з . Временные технические указания по проектированию и производству планировочных работ. М., 1962.

Г л у б ш е в К. Указания по организации и проведению эксплуатационной гидрометрии на оросительных системах. Ростов, 1958.

Голодная степь. Опыт проектирования строительства и хозяйственного освоения. Изд-во «Наука» Узбекской ССР, Ташкент, 1964.

Г о н ч а р о в И. Ф., М а ц у к е в и ч В. П. Навесная поливная машина ППМ-200/150. Инструкция-паспорт. Каховка, 1964.

Г р а м м а т и к а О. Г. , П е т р о в Е. Г. Влагозарядное орошение, Сельхозиздат, М., 1963.

Г р и ш и н М. М. Гидротехнические сооружения. Госстройиздат, М., 1962.

Е г о р о в В. В. Засоленные почвы и их освоение. Изд. АН СССР, М., 1964.

Ж е л е з н я к о в Г. В. Гидрометрия. «Колос», М., 1964.

З а м а р и н Е. А. Гидротехнические сооружения. «Колос», Москва, 1965.

З н а м е н с к и й И. И. Организация и механизация гидромелиоративных работ. Сельхозиздат, 1960.

И в а н о в А. И. Водосливы, водомеры, Ташкент, 2, изд. 1957.

К л о ц В. Х. Полив по широким и длинным полосам. «Гидротехника и мелиорация» № 3, 1963.

К о б е к С. И. Эксплуатация внутривозвратной оросительной сети. Сельхозгиз, М., 1955.

К о в д а В. А. Происхождение и режим засоленных почв, т. I и II. Изд. АН СССР, М.—Л., 1946, 1947.

Козин М. А., Лобов Н. Ф. и др. Основы орошаемого земледелия и техника полива. Изд. «Колос», М., 1965.

Калтагова М. Г. Борьба с потерями воды на фильтрацию. Сельхозгиз, М., 1955.

Костин И. С., Ситько А. А. Орошение главных культур на юго-востоке СССР. «Земледелие» № 3, 1963.

Костяков А. Н. Основы мелиорации. Сельхозгиз, М., 1961.

Легостаев В. М. Промывные поливы засоленных почв. Сельхозгиз, М., 1953.

Лейвиков М. Л. Метеорология, гидрология и гидрометрия. М., Сельхозгиз, 1955.

Ли Люба, Солянков Г. И., Горн В. Н. Возделывание кукурузы и гороха в зоне поливного земледелия. «Высшая школа», М., 1964.

Лучшева А. А. Практическая гидрометрия. Гидрометеиздат, Л., 1954.

Лысогоров С. Д. Орошаемое земледелие. «Колос», М., 1965.

Оффенгенден С. Р., Панади А. Д., Ярушин М. И. Эксплуатация гидромелиоративных систем. Сельхозиздат, М., 1962.

Панади А. Д. и др. Сельскохозяйственная мелиорация. «Колос», 1965.

Петров Е. Г., Харитонов Б. Д., Ванеян С. С. Самоходная поливная машина СПМ-200. «Гидротехника и мелиорация» № 2, 1961.

Попов К. В. Гидротехнические сооружения. Сельхозиздат, М., 1963.

Пославский В. В. Борьба с потерями воды из оросительных каналов за рубежом и в СССР. Гипроводхоз, М., 1957.

Роговская Н. В. Методика гидрогеологических и инженерно-геологических исследований на массивах орошения. Госгеотехиздат, М., 1956.

Розин В. А., Безменов А. И., Луганский В. Д. Сельскохозяйственные мелиорации. «Колос», М., 1965.

Розов Л. П. Мелиоративное почвоведение. Сельхозгиз, М., 1956.

Сборник трудов Волгоградской опытно-мелиоративной станции, вып. I, II, Волгоград, 1957.

Сборник трудов Грозненской опытно-мелиоративной станции, вып. I, Грозный, 1962.

Сборник трудов ЮжНИИГиМ, вып. IV (1956), V, VI, VIII, IX (1963), X (1964).

Справочник по мелиорации и гидротехнике, т. II, Госиздат. кол. и сов. лит., М., 1937.

Справочник по гидротехнике и мелиорации, т. III, Сельхозгиз, М., 1945.

Справочник гидротехника и мелиоратора. Сельхозгиз, М., 1958.

Справочник гидротехника-ирригатора. Госиздат УзССР, Ташкент, 1962.

Строганов Б. П. Растения и засоленные почвы. Изд. АН СССР, М., 1958.

Труды Государственного гидрологического института, вып. 19 (1949) и 36 (1952), Гидрометеиздат.

Труды Энгельсской опытно-мелиоративной станции ВНИИГиМ, вып. II, Саратов, 1958.

Тулкова З. Ф. Техника полива на рисовых полях. «Колос», М., 1964.

Укргипроводхоз. Режим орошения и расчетные значения гидромодуля для юга европейской части СССР. Киев, 1965.

Фенин Н. К., Ясинецкий В. Г. Организация и технология гидромелиоративных работ. «Колос», М., 1963.

Фролов Н. С., Развитие и состояние мелиораций в СССР. «Колос», М., 1965.

Худяков П. Д. Эффективность использования дождевальных машин и нормирование их работ. Журн. «Водное хозяйство», вып. I. Изд. «Урожай», Киев, 1965.

Шаров И. А. Эксплуатация гидромелиоративных систем. Сельхозгиз, 1953.

Шаумян В. А. Основы эксплуатации оросительных и осушительных систем. Сельхозгиз, М., 1956.

Шварц Р. М. Применение бетона в борьбе с фильтрацией из оросительных каналов. М., 1959.

Шейнкін Г. Ю. и др. Опыт автоматизации поливов хлопчатника. Сельхозиздат Таджикской ССР, Душанбе, 1961.

Шейнкін Г. Ю. и др. Оросительная сеть с закрытым трубопроводом «Колос», 1965.

Шилер Г. Г., Лаптев В. Н. Высокопроизводительные поливы сельскохозяйственных культур в условиях Астраханской области. Астрахань. Изд. «Волга», 1963.

Шиманович С. В. Машинномелиоративная станция. Сельхозгиз, 1957.

Шнейдер В. А. Скреперы, бульдозеры, грейдеры. Профтехиздат, 1961.

Шумаков Б. А. Орошаемое земледелие. Россельхозиздат. М., 1965,

Шумаков Б. А. Дифференцированный режим орошения сельскохозяйственных культур в Ростовской области. Сборник трудов ЮжНИИГиМ., вып. V, Новочеркасск, 1958.

Шумаков Б. А., Петрунин В. П. Планировка поверхности орошаемых площадей для полива по длинным бороздам и полосам. Сборник научных трудов ЮжНИИГиМ. вып. X, Новочеркасск, 1964.

Шумаков Б. А. Полив по бороздам-щелям. Сборник трудов Новочеркасского инженерно-мелиора-

тивного института, т. V. Ростовское книжное издательство, 1955.

Шумаков Б. А., Шумаков Б. Б. Лиманное орошение. Издательство Министерства сельского хозяйства РСФСР, М., 1963.

Штокалов Д. А. Как поливать овощные культуры. Библиотека овощевода. Ростовское книжное издательство, 1959.

Штокалов Д. А. Техника полива зерновых культур. «Колос», М., 1964.

Щапов Н. М. Гидрометрия гидротехнических сооружений и гидромашин. Госэнергоиздат, М., 1957.

Ярцев В. Н. Эксплуатационная гидрометрия. Сельхозгиз, М., 1951.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Глава I. Устройство оросительных систем . . .	3
Классификация оросительных и обводнительных систем	3
Составные части оросительных систем	5
Типы водозаборов оросительных систем ...	8
Оросительная сеть.....	18
Способы борьбы с потерями воды из оросительных каналов	31
Гидротехнические сооружения на каналах ...	50
Сбросная и дренажная сеть па оросительных системах	63
Глава II. Орошение и почвы	73
Понятие о почве.....	74
Засоленные почвы	85
Солончаки	90
Растения и соли	99
Мелиорация засоленных почв.....	102
Глава III. Режим орошения сельскохозяйственных культур	111
Потребность растений в воде.....	111
Особенности возделывания сельскохозяйственных культур при орошении	142
	397

Г л а в а IV. Способы и техника поливов	169
Понятия, определения.....	169
Основные условия, определяющие способы орошения и полива	178
Техника и способы полива при поверхностном орошении.....	184
Орошение дождеванием	226
Подпочвенное орошение.....	237
Г л а в а V. Механизация работ при планировке полей и устройстве временной сети	243
Механизация планировочных работ.....	243
Механизация работ при устройстве временной оросительной сети.....	269
Г л а в а VI. Плановое водопользование	293
Организация водопользования.....	295
Материалы, необходимые для составления плана	299
Составление плана	303
Коэффициент полезного действия оросительных систем	310
Коэффициент использования воды.....	314
Г л а в а VII. Организация и проведение поливов	316
Подготовка оросительной сети и поливной техники к поливу.....	316
Организация труда на поливе	317
Проведение поливов.....	319
Г л а в а VIII. Эксплуатация и ремо»п оросительных каналов и сооружений	336
Уход за оросительными каналами	337
Ремонт оросительных каналов и сооружений на сети.....	348

Наблюдение за мелиоративным состоянием участка	351
Лесонасаждения на каналах.....	358
Г л а в а IX. Эксплуатационная гидрометрия . . .	360
Русловой метод учета воды.....	362
Учет воды с помощью протарированных гидротехнических сооружений.....	371
Водомерные сооружения на каналах	375
Автоматизация учета воды.....	384
Литература.....	391

СПРАВОЧНИК ГИДРОТЕХНИКА

Под редакцией действительного члена ВАСХНИЛ, доктора технических наук, профессора

Б. А. Шумакова

М., изд-во «Колос», 1967.

Перед загл. авт.: *И. А. Чуприн, В. П. Бобков, // Ф. Лобов, В. И. Минкин, Д. А. Штокалов.*

399с.

УДК 626(038).

Редактор Г. В. Елизаветская.

Художник Б. М. Разин.

Художественный редактор А. С. Золотцева.

Технические редакторы Н. П. Карнаушкина

и В. И. Просвирина.

Корректор В. Л. Непомнящая.

Сдано в набор 7/IX 1966 г. Подписано к печати 23/III 1967 г. Т-03551. Формат 60x90^{1/32}. Бумага тип. №2.

Печ. л. 12,5. Уч-изд. л. 11,65. Изд. № 391. Т. п. 1966 г. № 169. Тираж 27.000 экз. (4001—27.000) Цена 49 кол.

Издательство «Колос», Москва, К-31,
ул. Дзержинского, д. 1/19.

Областная типография Ивановского управления по печати, г. Иваново, Типографская, б.

Заказ № 973.

