УЧЕБНИКИ И УЧЕБНЫЕ ПОСОБИЯ ДЛЯ ПОДГОТОВКИ КАДРОВ МАССОВЫХ ПРОФЕССИЙ

З. Н. Артемьева
Б. А. Елизаров
П. К. Лукашенко

ОРГАНИЗАЦИЯ И ТЕХНОЛОГИЯ ДРЕНАЖНЫХ РАБОТ

Одобрено Ученым советом Государственного комитета СССР по профессионально-техническому образованию в качестве учебного пособия для средних профессионально-технических училищ

Ленинград ВО «Агропромиздат»
Ленинградское отделение 1988

ББК 40.63
А 86
УДК 631.17:631.3

Рецензенты: начальник отдела мелиорации земель отделения ВАСХНИЛ по НЗ РСФСР канд. техн. наук *В. А. Журавлев* и доцент кафедры организации производства ЛСХИ, канд. техн. наук *Г. П. Борисова*

Артемьева З. Н. и др.

А86 Организация и технология дренажных работ / З. Н. Артемьева, Б. А. Елизаров, П. К. Лукашенко.— Л.: Агропромиздат. Ленингр. отд-ние, 1988.— 239 с., ил.— (Учебники и учеб. пособия для подготовки кадров массовых профессий).

Рассмотрены основы геодезических работ, наиболее важные элементы осушительных систем, материал и конструкции для строительства дренажа.

Изложены основы организации, технологии и механизации строительного производства и способы достижения высокого качества выполнения работ в различных климатических условиях.

Для подготовки квалифицированных рабочих-мелиораторов.

А $\frac{3802030200-141}{035(01)-88}$ 201—88 **ББК 40.63**

ISBN 5-10-000073-2

© ВО «Агропромиздат», 1988

ВВЕДЕНИЕ

Долговременная программа мелиорации земель предусматривает дальнейшее расширение масштабов мелиоративного строительства и совершенствование его организации. К 2000 году в РСФСР площади мелиорированных земель предусмотрено удвоить и довести до 18—19 млн га.

Успешное выполнение поставленных задач может быть достигнуто только при условии применения рациональной организации труда, передовой технологии производства работ и высокопроизводительных машин и механизмов.

Внедрение прогрессивной технологии и новой техники в мелиоративном строительстве является основным условием для роста производительности труда и сокращения сроков строительства, а также улучшения условий труда механизаторов. Кроме того, более высокая производительность труда на мелиоративных работах достигается за счет комплексной механизации, рациональной технологии и совершенной организации производства работ.

В настоящее время в Нечерноземной зоне страны при осушении избыточно переувлажненных земель применяются два основных способа осушения: открытыми каналами и закрытым дренажем.

Технология строительства открытых каналов обусловлена выполнением комплекса подготовительных мероприятий, способами отрывки русел каналов и разравнивания грунта. Совершенствование технологии разработки и разравнивания грунта существенно влияет на повышение объема земляных работ.

Осушение сельскохозяйственных угодий в Нечерноземье производится преимущественно закрытым дрена-

жем как наиболее прогрессивным способом. Поэтому в мелиоративно-строительных организациях, проектных и научно-исследовательских институтах уделяется значительное внимание совершенствованию технологии и организации работ по устройству дренажа. Использование коллективного и бригадного подряда, поточно-комплексного метода производства подготовительных и строительных работ позволяет улучшить управление технологическим процессом строительства дренажа, повысить эффективность контроля качества укладки и выработку дреноукладчиков.

Актуальным вопросом является переход мелиоративно-строительных организаций на круглогодовое производство работ, что позволяет сократить сроки введения мелиоративных систем в эксплуатацию, равномерно использовать трудовые ресурсы и мелиоративную технику в течение года.

В книге обобщены достижения мелиоративной науки и производственного опыта, методы организации мелиоративно-строительных работ, технологические способы их производства и эффективные варианты комплексов машин и механизмов.

Содержание книги подготовлено в соответствии с тематическим планом и программой курса «Организация и технология производства мелиоративных работ», утвержденными Государственным комитетом СССР по профессионально-техническому образованию 30.06.86 г.

Основные задачи курса «Организация и технология производства мелиоративных работ» — обучить будущих машинистов дренажных машин наиболее эффективным приемам организации труда, использованию в работе передовых достижений науки и техники для повышения производительности труда, экономии материальных и трудовых ресурсов. Учащиеся должны усвоить такие понятия, как «производительность труда», «себестоимость работ», «хозрасчет», «коллективный подряд», овладеть знаниями по вопросам технологии производства мелиоративных работ и способам организации строительства на объектах и в мелиоративно-строительных организациях.

В результате освоения предмета «Организация и технология производства мелиоративных работ» машинист дренажной машины 5-го разряда должен знать:

назначение и устройство горизонтального дренажа для мелиорации сельскохозяйственных земель;

технологические карты на строительство дренажа;

виды работ, выполненные дренажными машинами и гусеничными кранами;

организацию и технологию строительства дренажа, методы и способы контроля его качества;

технические требования к качеству выполняемых работ, дренажным трубам, арматуре и защитно-фильтрующим материалам;

основные сведения по геодезии и мелиорации.

Главы 1, 3, 8 написаны канд. техн. наук Артемьевой З. Н., введение и гл. 5, 6, 9 — канд. техн. наук Елизаровым Б. А., гл. 2, 4, 7 — канд. техн. наук Лукашенко П. К.

ГЛАВА 1

ОСНОВНЫЕ СВЕДЕНИЯ ПО ГЕОДЕЗИИ

§ 1. Геодезические работы в мелиоративном строительстве

Геодезия — наука, изучающая форму и размеры поверхности земли. Предмет геодезии включает методы измерений горизонтальных и вертикальных линий и углов на местности при помощи специальных геодезических приборов, обработку результатов измерений, построение планов, схем, профилей и карт.

Результаты геодезических измерений используются при решении задач сельскохозяйственного, транспортного, жилищно-бытового и мелиоративного строительства.

Геодезические работы применяют при планировании новых и упорядочении существующих границ землепользований, выявлении новых земель для сельскохозяйственного производства, изменении контуров полей и участков, строительстве дорог, зданий, устройстве мелиоративных систем и сооружений, регулировании рек. До начала мелиоративных работ на объекте или участке составляют проект мелиораций с учетом всех особенностей (границ, рельефа, гидрогеологической и почвенной характеристики и других показателей). Для выявления этих особенностей на объекте проводят комплекс геодезических изысканий, в основе которых лежат измерения.

К геодезическим работам в мелиоративном строительстве относятся: съемка местности, вынос проекта в натуру, трассировка дрен и каналов, контрольное нивелирование дна каналов, дренажных трубопроводов и сооружений.

Съемка местности для составления проекта мелиорации участка или объекта производится геодезическими отрядами.

В соответствии с проектами мелиорации выполняют работы по выносу в натуру основных осей сооружений мелиоративных систем. Эти работы включают разбивку на местности границ участка и лесополос, разбивку пикетажа по трассам открытой сети, закрытых коллекторов и дрен, изготовление и закладку строительных реперов, техническое нивелирование по трассам. Последнее включает проложение нивелирных ходов для привязки строительных реперов к мелиоративным системам, нивелирование по пикетным колышкам трасс открытой и закрытой осушительных сетей, нивелирование продольных и поперечных профилей каналов и дренажных трубопроводов.

При геодезических измерениях используют основные единицы Международной системы единиц. В этой системе за единицу длины принят метр (м) и его производные (километр — 1000 м; дециметр — 0,1 м; сантиметр — 0,01 м; миллиметр — 0,001 м; микрометр — 0,001 мм). Плоские углы в геодезической практике измеряют в градусах.

§ 2. Геодезические инструменты

Геодезические инструменты используются при выполнении основных видов геодезических работ: съемка местности; измерение длины, направления, высотных отметок трасс коллекторов, дрен, каналов и нанесение их на план; измерение горизонтальных и вертикальных углов.

Мерная лента предназначена для измерения линий на местности, ее длина 20 м, ширина — 25 мм. Концы мерной ленты оформлены в виде крючков. Точкой отсчета служит штрих, совпадающий с вырезом (внутренней частью крючка, рис. 1). Деления на ленте нанесены через каждые 10 см и отмечены сквозными отверстиями по ее оси, полуметры зафиксированы латунными или алюминиевыми шайбами, метры — металлическими пластинками с отштампованными на них цифрами. Для удобства работы и переноски ленты в развернутом виде к концам ее прикреплены две ручки. При хранении и транспортировке ленту наматывают на специальное кольцо диаметром 200 мм с пластинками-зажимами. Отверстия на концах пластинок предназначены для закрепления ленты в свернутом положении с помощью болта или винта. В комплект ленты входят

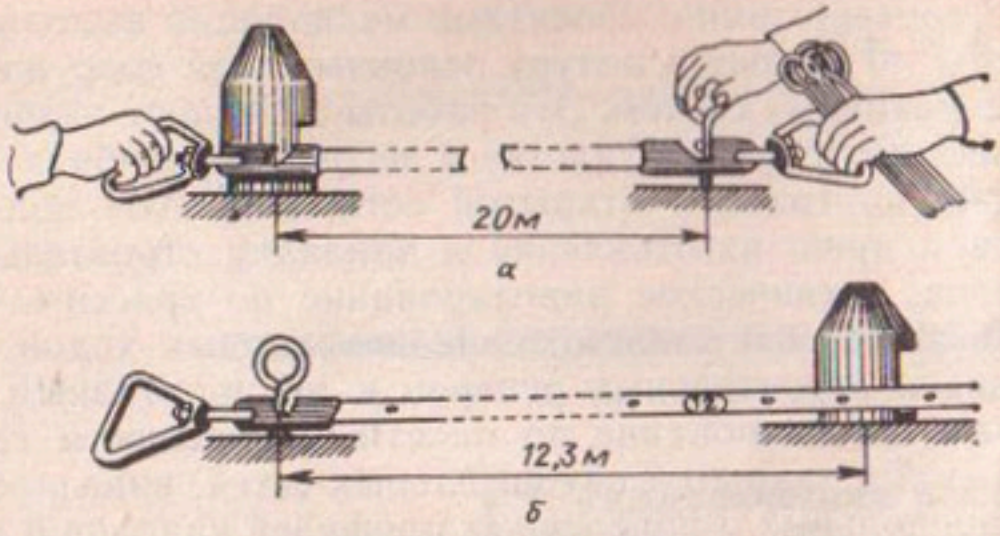


Рис. 1. Стальная мерная лента:

а — расстояние между вырезами (штрихами) 20 м; *б* — расстояние до точки отсчета — 12,3 м

стальные шпильки, которые для удобства переноски одеваются на специальное проволочное кольцо.

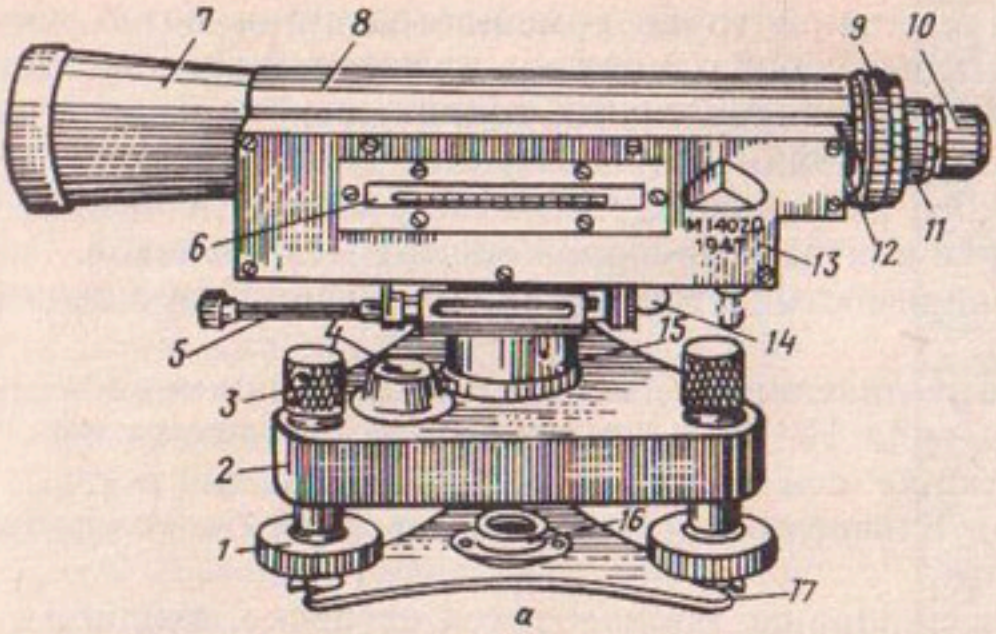
Рулетка используется для измерений коротких расстояний и когда не требуется большой точности. В геодезических работах применяют 10- и 20-метровые металлические рулетки.

Основными при геодезических работах являются сложные оптические геодезические инструменты: нивелир и теодолит.

С помощью нивелира определяют превышение одних точек местности относительно других. Нивелиры разделяют на *высокоточные*, *точные* и *технические*. При мелиоративных работах используют технические нивелиры марок Н-10, 2Н-10Л, Н-10К и Н-10КЛ. Точность технических нивелиров других марок допускает погрешность 10 мм на 1 км двойного хода. Двойным ходом называют проложение вперед и обратно по той же трассе.

Нивелир состоит из зрительной трубы, цилиндрического уровня, наводящих и закрепительных винтов. Устанавливается нивелир на карболитовую подставку — трегер, через который проходят три подъемных винта (рис. 2, *а*).

Ход винтов регулируется цилиндрическими гайками. Нивелир крепится к головке штатива (треножника) становым винтом, который ввинчивается во втулку пружинной пластинки.



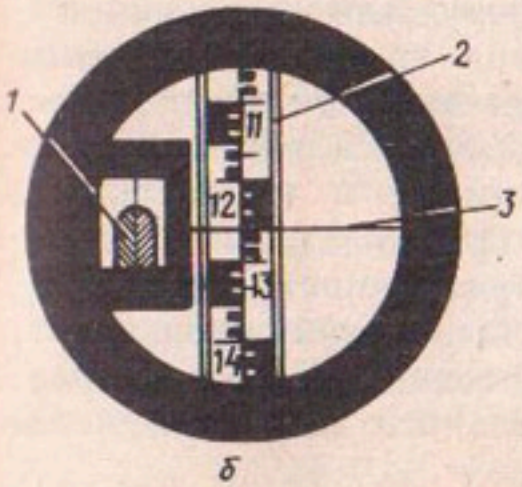


Рис. 2. Нивелир НГ:

а — общий вид: *1* — винт подъемный; *2* — трегер; *3* — втулка; *4* — круглый уровень; *5* — винт регулировочный; *6* — цилиндрический уровень; *7* — объектив; *8* — зрительная труба; *9* — крышка с исправительными винтами: *10* — кольцо; *11* — окуляр; *12* — лупа; *13* — коробка; *14* — наводящий винт; *15* — втулка; *16* — втулка станового винта; *17* — пружинящая пластинка; *б* — поле зрения нивелира: *1* — совмещенные концы цилиндрического уровня; *2* — рейка; *3* — ось сетки нитей

Для приблизительной установки нивелира в рабочее положение на трегере сверху укреплен круглый уровень. Зрительная труба нивелира состоит из объектива и окулярной части, смонтированных в круглом металлическом корпусе. На корпусе зрительной трубы имеются закрепительный и наводящий винты. С помощью наводящего винта труба перемещается в горизонтальной плоскости. В боковой части корпуса зрительной трубы укреплена коробка с цилиндрическим контактным уровнем. Уровень нивелира помещен в оправу, через конец которой проходит исправительный (микрометренный) винт. Под коробкой укреплено продолговатое узкое зеркало, отражающее пузырек уровня.

В зрительной трубе помещается сетка нитей. Она представляет собой пластинку, на которой нанесены два взаимно перпендикулярных тонких штриха (крест нитей) и два дополнительных горизонтальных штриха для измерения расстояний. Сетка перемещается исправительными винтами, расположенными под крышкой. Резкость видимости сетки нитей достигается вращением кольца.

Кроме нивелиров, имеющих уровни, применяют нивелиры типа Н-10К с компенсаторами, автоматически приводящие ось зрительной трубы (визирную ось) в горизонтальное положение. Эти нивелиры более удобны в работе.

Нивелирование производится по рейке, входящей в комплект оборудования к нивелиру. Для получения четкого изображения рейки внутри трубы расположена фокусирующая линза, передвигаемая при помощи кремальерного винта. В момент отсчета по рейке края пузырька уровня должны быть совмещены, что достигается первоначально вращением подъемных винтов, а в момент отсчета — вращением регулирующего элевационного винта. Грубая наводка трубы на рейку производится с помощью целика с мушкой, точная — микрометренным винтом после предварительного закрепления зажимного винта.

Нивелир 2Н-10Л в отличие от обычных снабжен горизонтальным кругом с лимбом. Визирная ось приводится в горизонтальное положение при помощи цилиндрического уровня. Цена деления лимба 1°.

При работах на объектах мелиорации применяют складные стандартные *нивелирные рейки* длиной 3 и 4 м. Они представляют собой бруски двутаврового сечения шириной 8—10 см, толщиной 2—3 мм. Изготавливают рейки из деревьев хвойных пород или из пластмассы. Концы реек обиты железными пластинками. На каждой из сторон нивелирной рейки на белом фоне нанесены сантиметровые деления: на одной — черного, на другой — красного цвета. По цвету делений одна сторона рейки называется черной, другая — красной. На черной стороне (лицевой) трехметровой рейки деления возрастают от 0 до 300 см. Нуль совпадает с пяткой рейки — торцом железной пластинки (рис. 3). Цена деления рейки (белой и черной или красной) для технического нивелирования равна 1 см. *Эти* деления обозна-

чены чередующимися полосками черного (красного) и белого цвета. Для облегчения отсчетов в каждом дециметре первые 5 сантиметровых делений объединяются в виде буквы Е. Дециметры обозначены цифрами, нанесенными в перевернутом виде, так как зрительная труба нивелира дает обратное изображение.

Обозначение делений на красной стороне рейки начинается от произвольного числа, а не от нуля, как на черной. Разность отсчетов по двум сторонам рейки является постоянной величиной и служит контрольным числом при вычислениях.

Отсчеты по рейке снимают по средней нити зрительной трубы нивелира в миллиметрах. Так, отсчет по рейке (см. рис. 2) равен 1257 мм. До начала работ наряду с поверками нивелира поверяется точность делений на рейке (допуск 1 мм), перпендикулярность пятки рейки ее оси.

Для установки геодезических инструментов предназначены *штативы* (треножники) с деревянными или металлическими раздвижными опорами. Основными деталями штатива являются: головка, на которую устанавливается нивелир, становой винт, закрепляющий нивелир на плоскости головки, опоры штатива с раздвижным устройством и зажимом, металлические наконечники на опорах штатива для закрепления его в земле.

Теодолит является наиболее сложным геодезическим инструментом. В мелиоративном строительстве применяются технические оптические теодолиты, предназначенные для из-

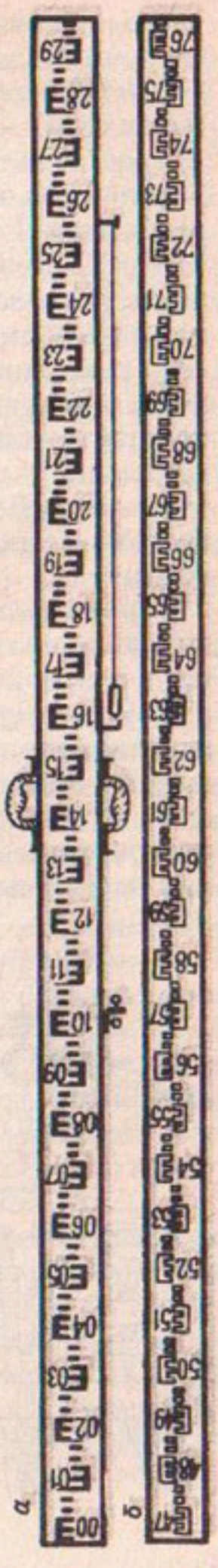


Рис. 3. Нивелирная рейка:
а — черная сторона; *б* — красная сторона

мерения горизонтальных и вертикальных углов, расстояний на местности.

Основные узлы теодолита (рис. 4): трегер, горизонтальный и вертикальный круги, зрительная труба. *Трегер* разъемно соединен с верхней частью теодолита закрепительным становым винтом, имеет три подъемных винта. Горизонтальный неподвижный круг со шкалой от 0 до 360° называется *лимбом*. На неподвижном круге закреплен второй вращающийся круг с делениями, называемый *алидадой*. На алидаде имеется устройство для отсчетов по лимбу. Лимб и алидада составляют горизонтальный круг теодолита. Зрительная труба вращается вместе с алидадой в горизонтальной и в вертикальной плоскостях вместе с вертикальным кругом теодолита. Вертикальный круг, как и горизонтальный, состоит из неподвижного лимба и вращающейся алидады.

Зрительная труба теодолита состоит из объектива, окуляра, кольца для вращения окуляра, закрепительного и наводящего винтов. Для измерения вертикальных углов предназначен вертикальный круг. Алидада вертикального круга жестко соединена с трубой и вращается вместе с ней. Лимб и алидада закрыты кожухом, на котором установлен цилиндрический уровень, регулируемый микрометренным винтом. Для приведения осей и плоскости теодолита в горизонтальное или вертикальное положение предназначены уровни — цилиндрические и круглые. На техническом теодолите Т30 установлен один цилиндрический уровень. Некоторые теодолиты снабжены двумя цилиндрическими уровнями

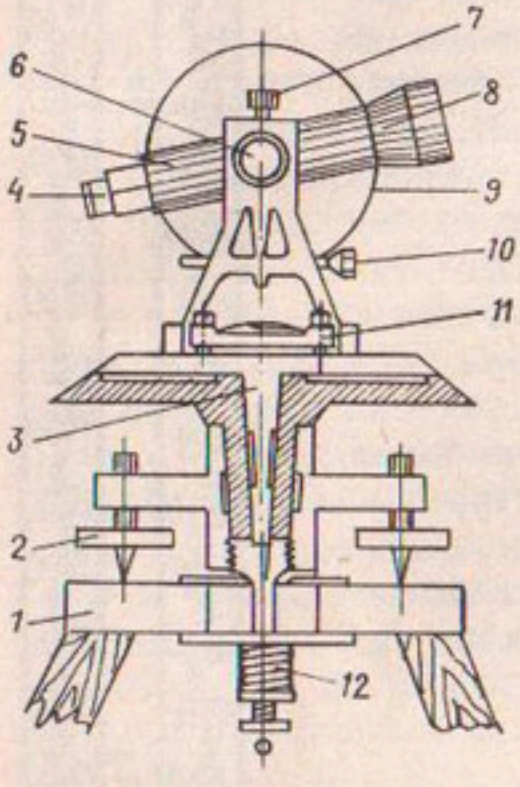


Рис. 4. Теодолит:

1 — трегер; *2* — подъемные винты; *3* — горизонтальный круг; *4* — окуляр; *5* — зрительная труба; *6, 7* — наводящий и закрепительный винты; *8* — объектив зрительной трубы; *9* — вертикальный круг; *10* — закрепительный винт; *11* — цилиндрический уровень на алидаде горизонтального круга; *12* — становой закрепительный винт

для быстрой установки их в рабочее положение. Уровень состоит из ампулы, оправы (цилиндрического или круглого корпуса) и регулировочного приспособления. Ампулу изготавливают из молибденового стекла, внутрь ее заливают эфир или этиловый спирт так, чтобы остался пузырек воздуха, который всегда занимает верхнее положение в ампуле (нуль-пункт).

Плоскость алидады приводится в горизонтальное положение по круглому и цилиндрическому уровням с помощью трех подъемных винтов. Уровень устанавливают по центру одновременным вращением двух подъемных винтов. Затем, вращая алидаду, устанавливают уровень по направлению третьего винта и приводят пузырек воздуха уровня снова в нуль-пункт. Если на теодолите установлены два цилиндрических уровня, то вначале выводят в нуль-пункт пузырек одного из них двумя подъемными винтами, а третьим винтом устанавливают пузырек второго уровня.

В мелиоративном строительстве, кроме измерения горизонтальных углов, контуров участков, высот и превышений, необходимо измерять расстояния на местности. Использование мерной ленты требует больших усилий и затрат времени. Для быстрого измерения расстояний оптические приборы снабжены *дальномерами*. Нитяной дальномер в зрительной трубе теодолита или нивелира образуется лучами, проходящими через два дальномерных горизонтальных штриха сетки нитей и узловую точку объектива зрительной трубы. При измерении расстояний на одном конце линии устанавливают теодолит, на другом — рейку. Зрительную трубу наводят на рейку и определяют число делений между дальномерными нитями. Это число умножают на коэффициент дальномера, получая значение измеряемого расстояния. Погрешность (ошибка) измерения составляет $^1/_{400} — ^1/_{300}$ от длины измеряемой линии.

Измерять расстояние с помощью дальномера можно не только при строго горизонтальном положении зрительной трубы, но и при наклонном. Расчет расстояния производится по полученному отсчету и углу наклона или поправке ΔS за счет неперпендикулярности рейки к визирной оси и наклона визирной оси к горизонту: $S = Kl — \Delta S$, где K — коэффициент дальномера; l — разность отсчетов по нитям дальномера; ΔS — поправка к наклону визирной оси.

Пример. Расстояние, определенное по нитяному дальномеру $Kl = 183$ м, поправка $\Delta S = 0{,}7$ м, $S = 182{,}3$ м. Коэффициент дальномера К определяют при разных расстояниях:

$S = 50$;	100	150;	200 м
$l = 49{,}6$	99,1	142,8	198,0 см
$K = 100{,}8$	100,9	101,2	101,0

$K_{ср} = (100{,}8 + 100{,}9 + 101{,}2 + 101{,}0) : 4 = 101{,}0$

Кроме точных приборов — нивелира и теодолита — на таких геодезических работах как вынос проекта в натуру, могут использоваться простейшие приборы: буссоль и гониометр.

Буссоль (рис. 5) предназначена для ориентирования линий на местности по магнитному меридиану. По принципу работы аналогична компасу, но является более точным и сложным прибором. Состоит буссоль из круглого застекленного корпуса, внутри которого расположено кольцо с делениями. Магнитная стрелка свободно установлена на оси в центре азимутального кольца. В нерабочем положении стрелка плотно прижимается к стеклу специальным рычажком — *арретиром*. Кольцо имеет деления от 0 до 360°. Если деления нанесены от нулевого диаметра в обе стороны от 0 до 90°, то кольцо называют румбическим.

Гониометр (рис. 6) по устройству мало отличается от буссоли. Он состоит из двух расположенных один над другим цилиндров. На скошенной поверхности нижнего цилиндра нанесены деления от 0 до 360°. Нижний цилиндр служит лимбом, верхний — алидадой. На верхнем цилиндре расположены две дополнительные шкалы — *верньеры*, предназначенные для более точных отсчетов по лимбу.

При съемках местности используются тахеометры, мензулы и кипрегели.

Тахеометр предназначен для измерений угла наклона местности по вертикальному кругу в градусах. Расстояния определяют по нитяному оптическому дальномеру.

Мензульная съемка выполняется комплектом приборов: мензулой и кипрегелем. Мензула состоит из штатива, подставки и планшета. Кипрегель предназначен для определения углов и расстояний. Его основные узлы — зрительная труба с вертикальным кругом, градуированная линейка (опора с цилиндриче-

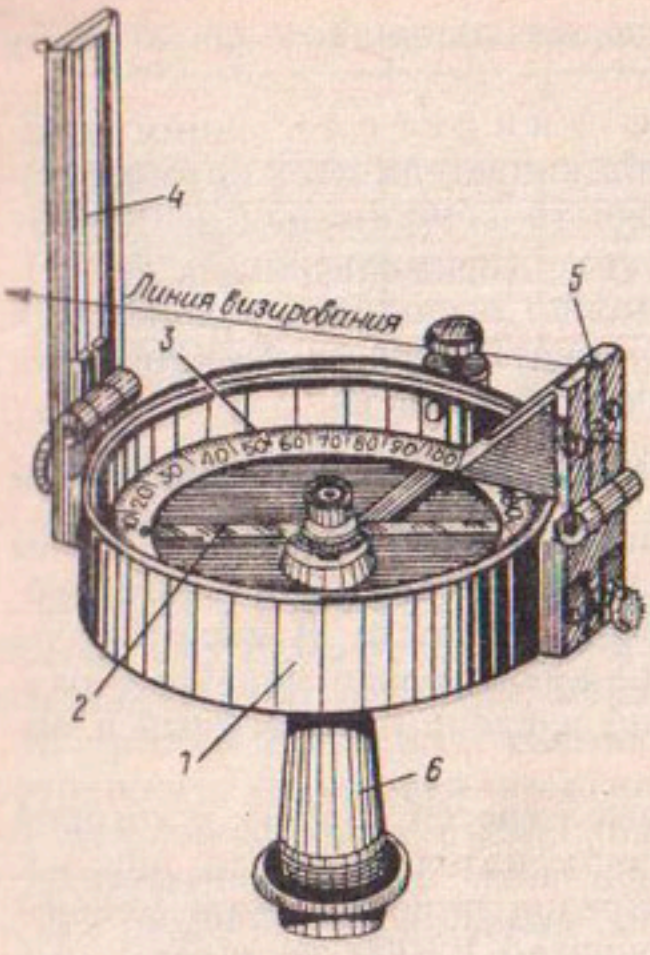


Рис. 5. Буссоль:

1 — корпус; *2* — стрелка; *3* — кольцо с делениями; *4* — металлические линейки (диоптры); *5* — щель для снятия отсчета; *6* — втулка для установки буссоли

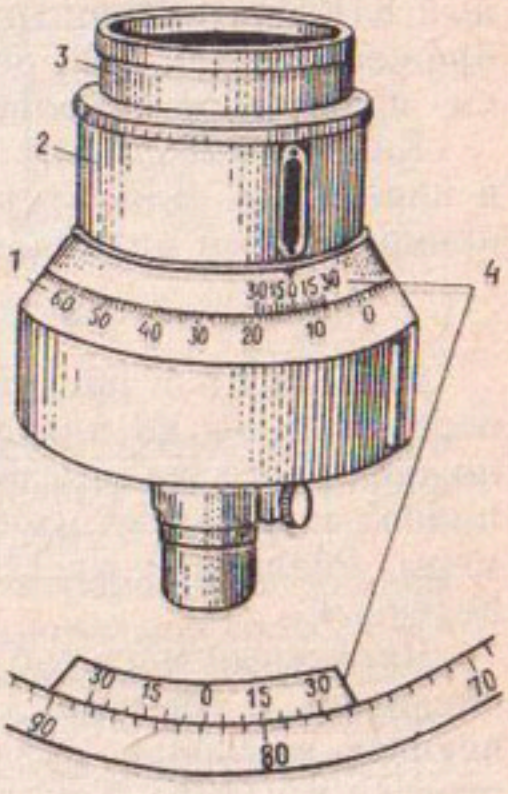


Рис. 6. Гониометр:

1 — лимб; *2* — алидада; *3* — буссоль; *4* — верньер

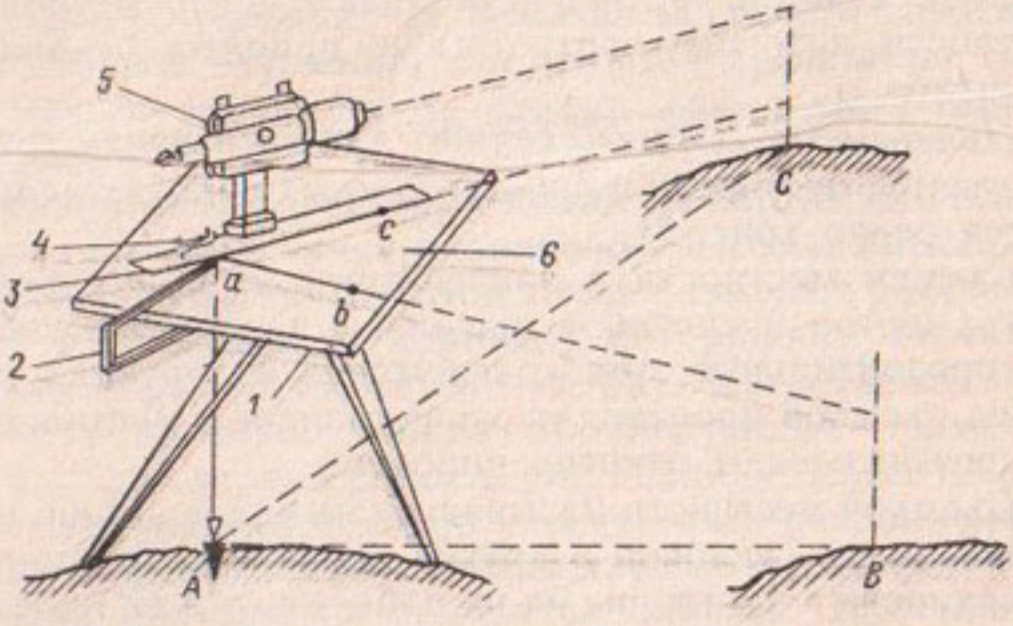


Рис. 7. Мензула:

1 — штатив с подставкой; *2* — вилка для центрирования планшета; *3* — линейка; *4* — уровень кипрегеля; *5* — кипрегель; *6* — планшет; *A*, *B*, *C* — точки местности

ским уровнем), стойка, соединяющая зрительную трубу с линейкой (рис. 7).

В СССР выпускается кипрегель номограммный КН. Зрительная труба кипрегеля дает прямое изображение предметов; резкость изображения достигается вращением *кремальеры* (кремальерного винта).

Кипрегелем съемку можно выполнять так же, как и нивелиром. Для этого к зрительной трубе кипрегеля прикрепляется цилиндрический уровень.

§ 3. Масштабы. Съемки местности

Масштаб представляет собой отношение длины отрезка линии на плане к длине горизонтального проложения того же отрезка на местности. В масштабе на планах или картах изображают только линейные размеры. Различают масштаб численный, линейный и поперечный.

Численный масштаб выражается дробью, у которой числитель — единица, а знаменатель — число, показывающее, во сколько раз отрезок линии на плане меньше отрезка в натуре. Так, масштаб 1:1000 означает, что в 1 см на плане изображена длина 1000 см (10 м) на местности.

Линейный масштаб приводится в виде отрезка прямой, разделенного на равные части (основание масштаба). За основание принимают обычно один сантиметр. В конце каждой части подписывают число метров на местности, которому соответствует принятое основание масштаба.

Поперечный масштаб служит для повышения точности съемок местности и при дренажных работах используется редко (рис. 8).

Съемки местности в зависимости от применяемых инструментов и способов выполнения подразделяются на горизонтальные, топографические и вертикальные. Перед съемкой производят ознакомление с местностью, которое называют рекогносцировкой.

Съемкой местности называют измерение линий, площадей, высот, уклонов и других характеристик земной поверхности и нанесение их на план, карту или профиль этой местности в заданном масштабе.

Горизонтальные съемки производятся с применением теодолитов, мензул и позволяют получить на плане контуры объекта, участка.

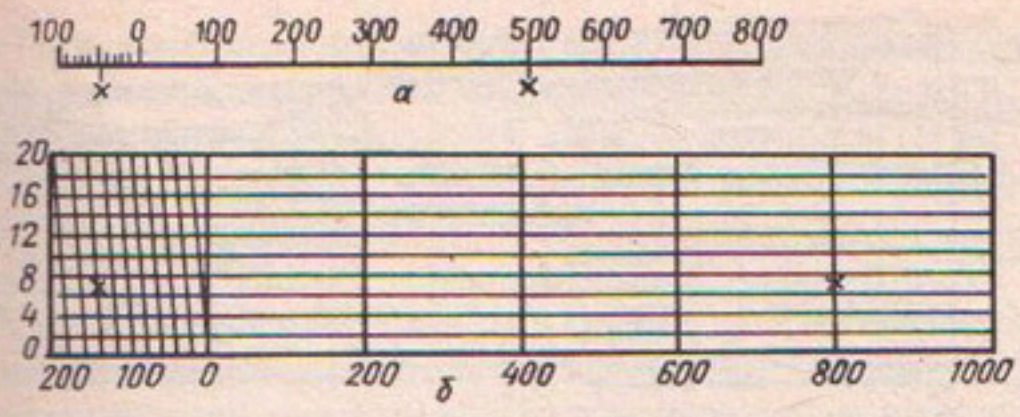


Рис. 8. Масштабы:
а — линейный; *б* — поперечный

Топографические съемки, кроме контуров участка, изображают на плане и рельеф местности. Они производятся теодолитами, мензулами.

Вертикальные съемки изображают уклоны поверхности, холмы, впадины, микрорельеф трасс. Способ выполнения этих съемок называется техническим нивелированием, при этом используются нивелиры.

По целевому назначению съемки подразделяются на *сельскохозяйственные*, *гидротехнические*, *мелиоративные*, *строительные* и др.

При съемках объектов мелиорации, составлении планов и схем участков важное значение имеет изображение рельефа местности. Рельефом называют неровности поверхности: возвышенности и холмы, впадины и углубления. От рельефа местности зависит выбор способа осушения, конструкция дренажных систем. Рельеф местности на планах изображают горизонталями.

Горизонталями называют линии на картах или планах, соединяющие точки одинаковой высоты, имеющие одинаковые отметки. Высотой точки называют расстояние от этой точки до принятой поверхности отсчета (уровень моря, абсолютная отметка). Представить горизонтали наглядно можно на следующем примере (рис. 9). Если возвышенность или впадину пересечь несколькими горизонтальными плоскостями, расположенными на одинаковом расстоянии друг от друга, то в пересечении образуются замкнутые кривые. Все точки одной кривой расположены на одинаковой высоте или глубине и имеют соответственно одинаковые отметки. Проекция этих кривых на горизонтальную плоскость плана дает горизонтали, отражающие снимаемую воз-

Научно-техническая САНИИРИ БИБЛИОТЕКА

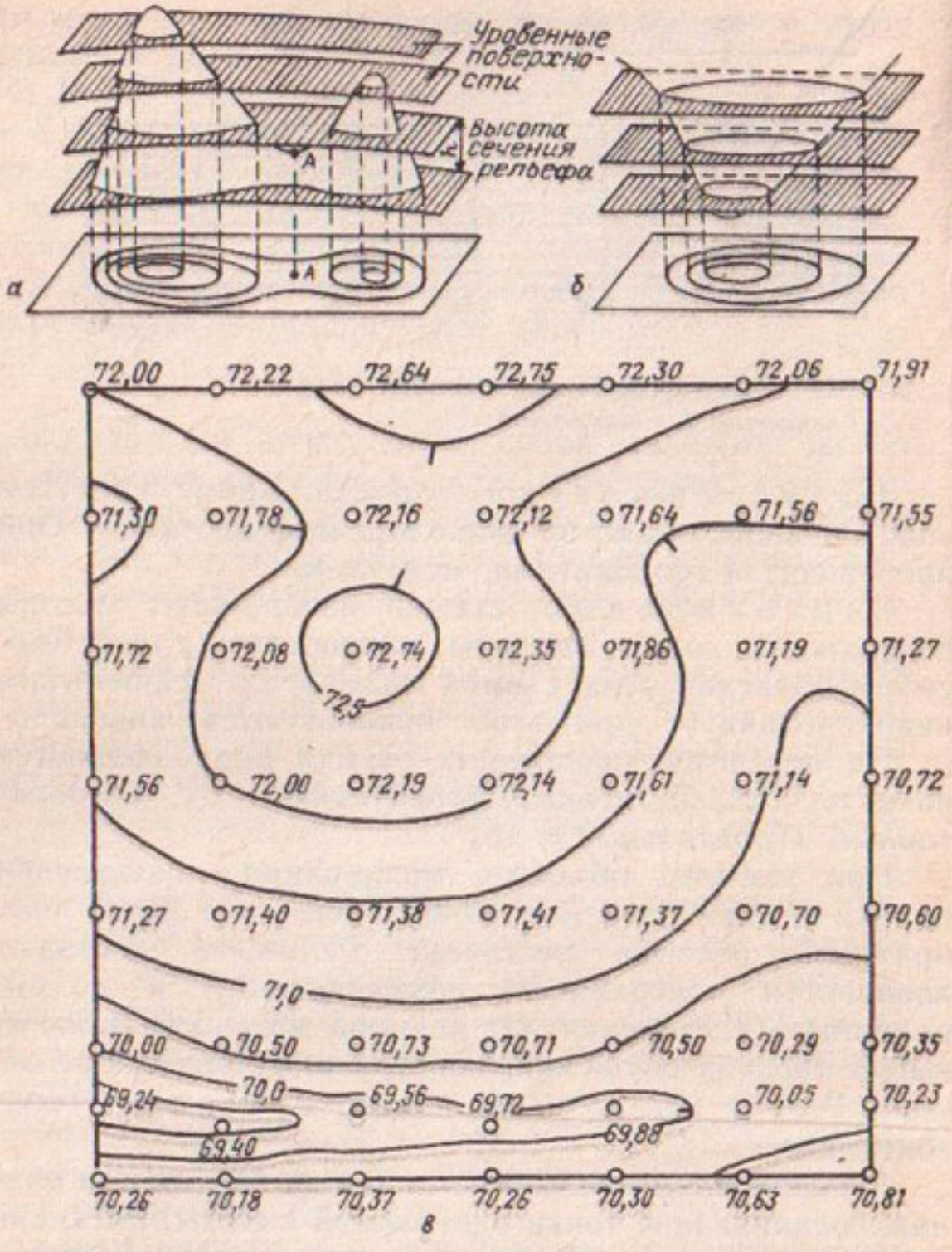


Рис. 9. Горизонтали:

а — горы; *б* — котловины; *в* — горизонтали при нивелировании поверхности

вышенность или впадину. Расстояние между горизонталями на плане называют заложением.

Иногда горизонтали называют изогипсами, что означает «линии равных высот». Термин изогипсы применяется при съемках возвышенностей и холмов.

При съемках глубин водных бассейнов горизонтали называют изобатами, что означает «линии равных глубин».

При изображении крутых склонов расстояния между горизонталями малы и линии могут сливаться. Самый крутой склон, который можно изобразить на плане, имеет крутизну (покатость) 45°. Чем больше расстояние между горизонталями, тем более пологий склон изображен на плане. Отметки точек наносятся на плане у каждой горизонтали или на каждой пятой горизонтали, изображаемой более утолщенной. Высоту холма определяют по разности отметок верхней и нижней горизонталей. Для облегчения использования планов и карт отметки горизонталей подписывают так, чтобы нижняя часть цифр была направлена в сторону падения склона. На планах и картах местности отдельные предметы, размеры которых меньше точности масштаба, изображаются условно (условные изображения напоминают предметы местности). Условные знаки подразделяются на контурные (масштабные) и внемасштабные. По контурному условному изображению определяется не только местоположение предмета, но его форма и размеры. Так, капитальные здания на планах изображаются прямоугольником. Также может быть изображен контур выемки и насыпи, только с соответствующей условной штриховкой площади прямоугольника.

Некоторые условные знаки на плане изображают не по масштабу. Так, ширина железных и автомобильных дорог на планах и картах показывается увеличенной. Для более конкретных сведений на планах и картах приводятся дополнительные условные знаки: внутри контуров лесов показывают породы лесного массива; стрелка, параллельная руслу рек или ручьев, обозначает направление их течения (рис. 10).

Условные обозначения для всех планов и карт являются едиными для всей территории Советского Союза.

Линии на планах и картах должны быть ориентированы относительно *географического* или *магнитного* меридиана. Направление географического меридиана на местности определяют из астрономических наблюдений и используют при составлении карт.

При съемках участков мелиорации линии ориентируют по магнитному меридиану. Магнитным меридианом называют линию, образованную пересечением горизонтальной плоскости с вертикальной, проходящей

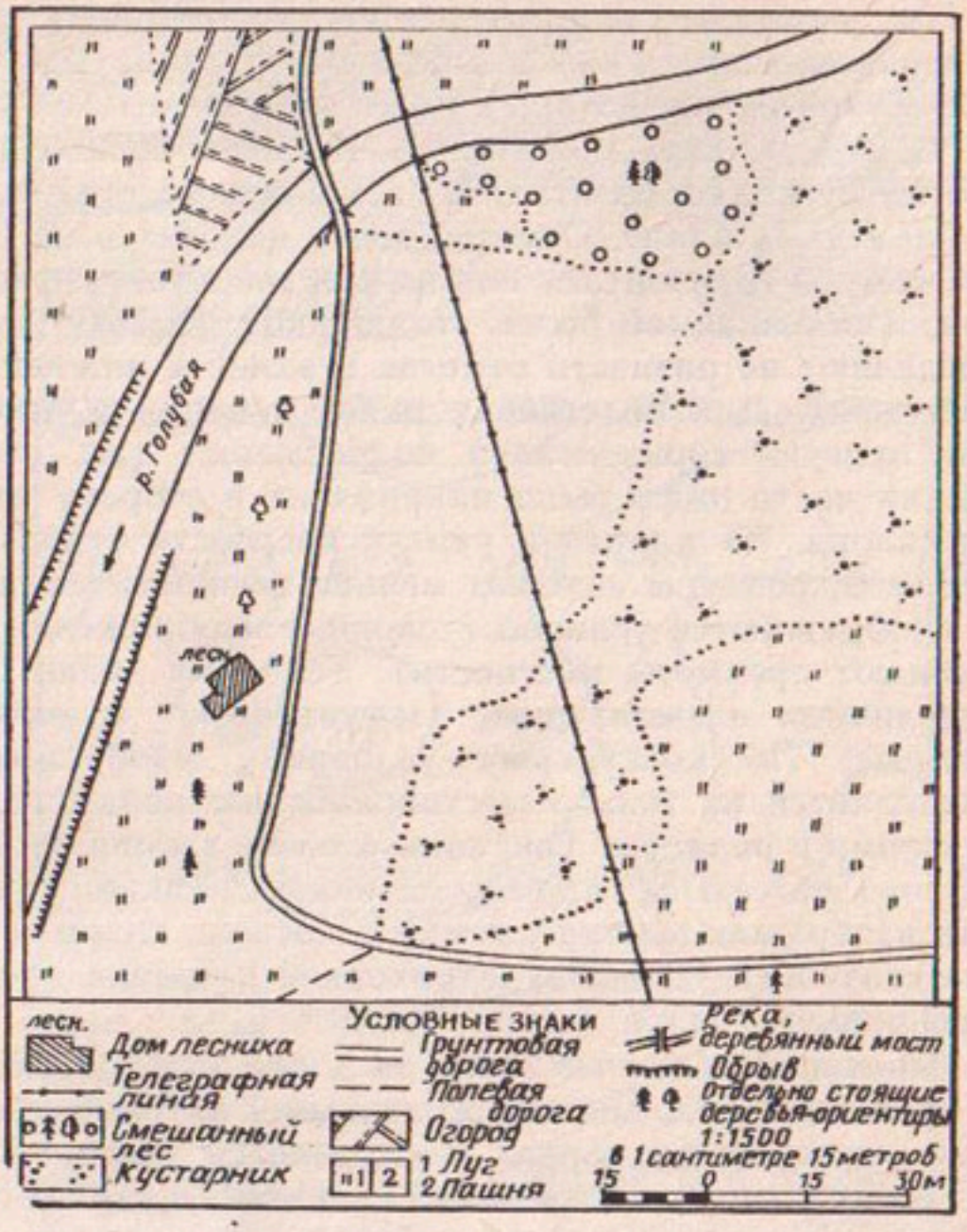


Рис. 10. План местности

через полюсы магнитной стрелки. Ориентирование линий местности выполняют по азимутам и румбам.

Азимутом называется угол от северного направления меридиана до данной линии (рис. 11), отсчитываемый по ходу часовой стрелки. Азимут обозначается буквой А и может иметь значение от 0 до 360°.

Углы при съемках могут отсчитываться не только от северного направления меридиана. Горизонтальный угол, определяемый от северного или южного направления меридиана до направления данной линии, называется *румбом*. Он отсчитывается в любом направлении: по ходу часовой стрелки или против. Обозначается румб буквой *r* и может иметь значение от 0 до 90°. При

обозначении величины румба указываются направления частей света. Так, румб СВ: 46° обозначает: северо-восток от северного магнитного меридиана 46°.

Для определения магнитных азимутов и румбов служит буссоль. При нахождении магнитного азимута по буссоли нулевой диаметр устанавливают по направлению данной линии. Азимут отсчитывают по северному концу магнитной стрелки. Отсчет величины румба определяется по четверти круга буссоли, в которой находится линия.

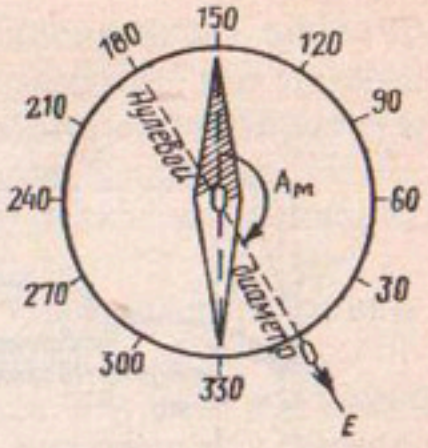


Рис. 11. Схема измерения угла по азимуту

§ 4. Техническое нивелирование

Основной геодезической работой при строительстве дренажа является нивелирование или вертикальная съемка. Оно представляет собой инструментальное определение превышения одних точек земной поверхности над другими. В понятие нивелирования, кроме вертикальной съемки местности, входит последующая обработка полученных отсчетов: вычисление отметок точек (высот над уровнем моря или относительно другого условного горизонта) и нанесение их на план местности. Если высоты точек определены относительно уровня моря, их называют абсолютными отметками, если высоты рассчитаны относительно другого горизонта, они называются условными.

Нулевой точкой отсчета абсолютных отметок в СССР принят нулевой штрих Кронштадтского футштока, соответствующий среднему уровню Балтийского моря.

Наиболее точным видом нивелирования является техническое (геометрическое), основанное на определении превышения одной точки над другой по горизонтальному лучу визирования (рис. 12).

Для выполнения работ требуется нивелир, штатив для его установки и рейка. До начала работы нивелир устанавливают на штатив и выполняют его поверки. При поверках определяется точность установки основ-

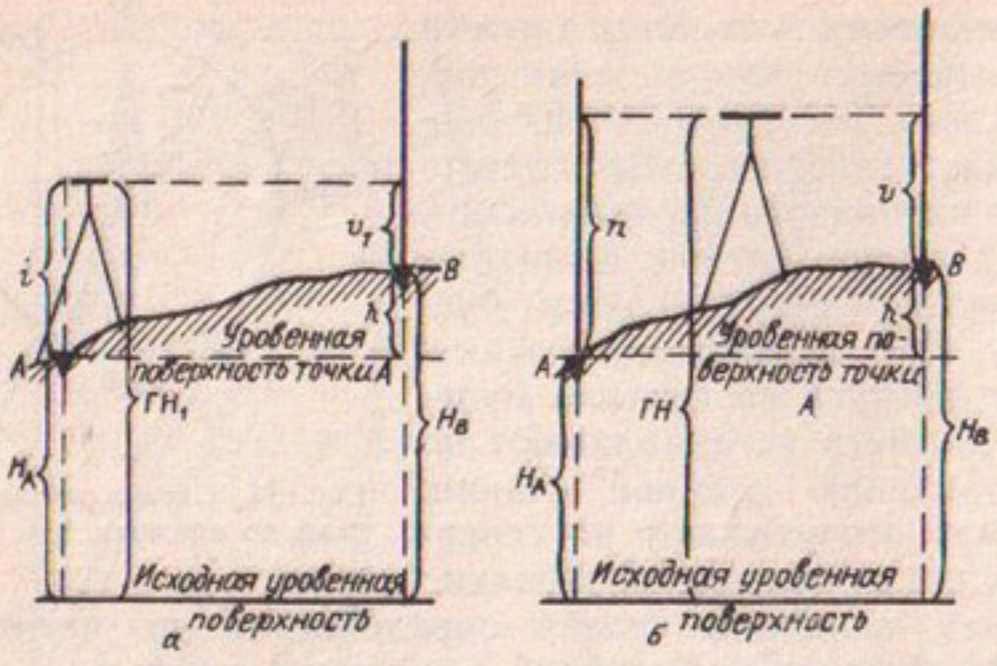


Рис. 12. Способы нивелирования:
а — вперед; *б* — из середины

ных элементов зрительной трубы нивелира. У нивелира типа НГ (глухой нивелир) четыре поверки.

1. **Ось цилиндрического уровня должна быть перпендикулярна оси вращения прибора.** При поверке инструмент устанавливают в рабочее положение так, чтобы пузырек круглого уровня был на середине. Ось цилиндрического уровня направляют параллельно двум подъемным винтам и, вращая их в противоположных направлениях, приводят пузырек воздуха на середину. Затем трубу поворачивают на 180°. Если уровень отклонился, его устанавливают в нулевое положение подъемными и исправительными винтами. Поверку повторяют до тех пор, пока при следующем повороте трубы на 180° уровень не будет оставаться строго по центру. После этого трубу поворачивают на 90° и третьим подъемным винтом выводят уровень на середину.

2. **Визирная ось трубы должна быть параллельна оси цилиндрического уровня.** Визирную ось трубы устанавливают по направлению одного из подъемных винтов. Совмещают изображение концов пузырька контактного уровня относительно средней линии корпуса уровня и снимают отсчет a_0 по рейке, расположенной на расстоянии 75 м от места стоянки нивелира. Затем вращением бокового правого винта на 2—3 оборота нивелиру придают правый боковой наклон. Совмещая вторично изображение концов пузырька контактного

уровня, берут отсчет по рейке $a_п$. После этого нивелир возвращают в первоначальное положение вращением бокового правого винта на 2—3 оборота (в обратную сторону) и проверяют, сохранился ли отсчет a_0.

Такую же поверку выполняют, наклоняя нивелир влево левым подъемным винтом ($a_л$).

В результате поверок должно соблюдаться равенство: $(a_п + a_л)/2 = a_0 \pm 3$ мм.

При отклонении результата более чем на 3 мм конец уровня, находящийся у окуляра, перемещают вправо вращением боковых исправительных винтов. Если отклонение отрицательное и превышает 3 мм, то уровень перемещают влево. Затем поверку повторяют.

3. **Ось круглого уровня должна быть параллельна оси вращения нивелира.** При выверенном цилиндрическом уровне устанавливают ось нивелира в вертикальное положение. Если при этом пузырек круглого уровня оказывается не в центре ампулы, то его перемещают к ее центру исправительными винтами и устанавливают с помощью подъемных винтов. Поверку повторяют.

4. **Средняя горизонтальная нить сетки нитей должна быть перпендикулярна вертикальной оси инструмента.** При поверке нивелир приводят в рабочее положение подъемными винтами и наводят трубу на рейку так, чтобы изображение рейки было у края поля зрения трубы, после чего снимают отсчет. Затем вращением наводящего винта переводят изображение рейки на другой край поля зрения трубы и снова снимают отсчет. Если отсчеты не совпадают, производят исправление положения сетки нитей вращением диафрагмы с помощью винтов до получения среднего из двух отсчетов по рейке.

После выполнения поверок можно приступать к работе. Нивелирование точек поверхности производят следующим образом. На расстоянии 75 м устанавливают рейку. Трубу нивелира наводят на рейку в этой точке и снимают отсчет a. Затем рейку устанавливают на расстоянии 50 м, вторично наводят трубу и снимают отсчет b. Превышение h второй точки над первой определяют как разность отсчетов (расстояния от стоянки нивелира до точек даны произвольно): $h = b - a$. Если $a > b$, то превышение положительное, если $a < b$ — отрицательное, $a = b$ — превышения нет. В момент отсчета оператор-нивелировщик (на объектах мелиора-

ции это мастер дренажной бригады) одновременно смотрит в трубу и лупу, расположенную слева от окуляра. В лупе видно отражение концов пузырька уровня. Отсчет можно брать только в момент четкого соединения краев контактного уровня нивелира. Если края пузырька не сходятся, то их соединяют вращением одного из подъемных винтов и после этого берут отсчет по рейке.

Рейка в момент отсчета должна находиться строго в вертикальном (отвесном) положении. В связи с трудностью этой установки рекомендуется во время отсчета покачивать рейку вперед и назад. Нивелировщик улавливает наименьший отсчет по рейке, соответствующий ее строго вертикальному положению. Отсчеты снимают по средней нити трубы в миллиметрах. Метры и дециметры определяют по цифровому обозначению на рейке, сантиметры — по числу полных сантиметровых делений следующего дециметра, а миллиметры — на глаз. Отсчет соответствует расстоянию от верха точки, на которой установлена рейка, до горизонта визирного луча инструмента.

Техническое нивелирование при строительстве дренажа является необходимой основной операцией при выносе проекта в натуру и контроле качества дренажных работ.

§ 5. Вынос проекта мелиорации в натуру

До начала строительства мелиоративных систем производится вынос проекта в натуру. В состав работ входит: определение опорной геодезической сети на местности и направлений коллекторно-дренажных систем; установка вешек; разбивка пикетажа; техническое нивелирование трасс коллекторов и дрен; заполнение журнала нивелирования, обработка данных и расчет продольных профилей.

При выносе проекта в натуру основным документом служит схема дренажной сети генерального плана и проект производства работ на объекте. Геодезическую привязку системы выполняют от постоянного или временного репера.

Репером называется геодезический знак, закрепляющий точку земной поверхности. Высота (отметка) этой точки определяется нивелированием.

Постоянные реперы подразделяют на фундаментальные и рядовые. Фундаментальные реперы устанавливают в грунт в виде железобетонных пилонов через 50—80 км на нивелирных линиях высшего класса. Рядовые реперы устанавливают через 5—7 км на нивелирных линиях всех классов. Они образуют постоянную нивелирную сеть, которая служит исходной основой для съемок местности и изыскательских работ.

Временные реперы сооружают на мелиоративных объектах. Такой репер представляет собой деревянный столбик диаметром 15—18 см (рис. 13), зарываемый в землю ниже уровня промерзания грунта (на глубину не менее 1 м). В верхней части репера, выступающей над землей на высоту 15—20 см, прорезают полочку, на которой закрепляют металлическую точку (например, гвоздь). При нивелировке рейку устанавливают на эту точку, отметка которой и является отметкой репера. Столб над полочкой стесывают, и на нем масляной краской надписывают номер репера и его отметку. При выносе в натуру проекта дренажных систем определяют и закрепляют на местности заданные углы (направления) коллекторов и дрен и их длину. Построение на местности направлений коллекторов и дрен производится по горизонтальному кругу теодолита, длина устанавливается по дальномеру и уточняется мерной лентой. Дренажную линию на местности разбивают на отрезки. Концы отрезков закрепляют колышками, забиваемыми вровень с землей. В 10—15 см от каждого колышка по ходу линии дрены устанавливают сторожок-колышек, выступающий над зем-

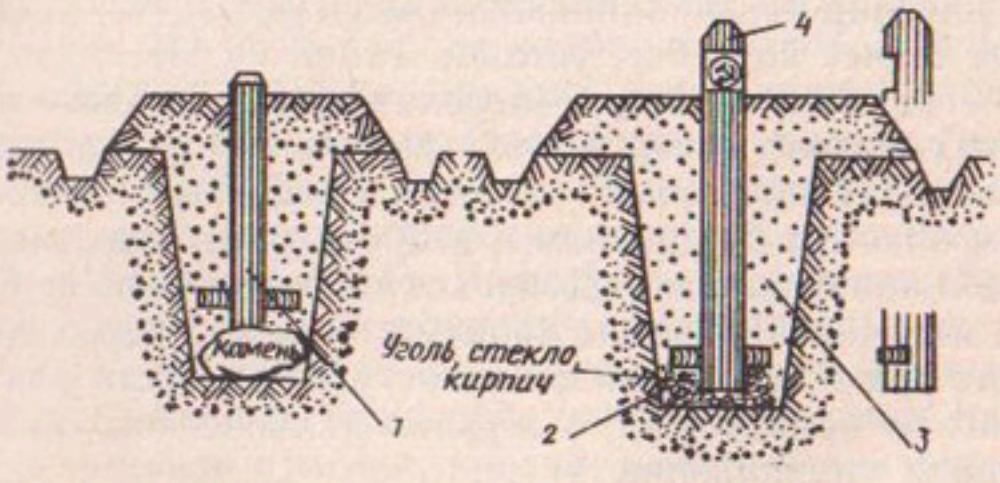


Рис. 13. Геодезические знаки (реперы):

1 — деревянная стойка; *2* — основание; *3* — облицовка; *4* — головка репера

лей на 30—40 см. Оба колышка вместе называются *пикетом*, колышек, забитый точно по заданной длине отрезка (точкой пикета). Каждый пикет нумеруют, начиная с нулевого, расположенного у устья дрены или коллектора. Основные пикеты устанавливают через каждые 100 м и обозначают на боковой части сторожка (ПК 0; ПК 1). Затем трассы дрен и коллекторов разбивают на отрезки через 20 м. Пикеты обозначают от основного: надпись ПК 0 + 20 означает, что расстояние от устья дрены до пикета на трассе составляет 20 м, надпись ПК 1+40 означает, что пикет находится на расстоянии 140 м от устья, ПК 2+40—240 м.

Вынос точек проекта на местности, их закрепление и обозначение называют разбивкой пикетажа. Точки поворота трассы обозначают дополнительным пикетом. После разбивки пикетажа производят нивелирование всех точек. Нивелир устанавливают между точками примерно на одинаковом расстоянии. Рейки ставят на точки пикетов (забитые вровень с землей колышки) нулем вниз. Нивелир приводят в рабочее положение — пузырьки уровней устанавливают на середину с помощью подъемных винтов. Трубу нивелира наводят на рейку ПК 0, ПК 0 + 20, затем 0 + 40 и так далее, начиная с нулевого пикета. При смене стоянки нивелира (переходе с нивелиром с одного места установки на другое) берут отсчеты дважды с каждой из стоянок на связующем пикете. На практике нивелирование пикетных точек производят в следующем порядке: сначала выполняют все поверки нивелира, затем производят привязку к постоянному или временному реперу. При основном нивелировании пикетных точек нивелир устанавливают между ПК 0 и ПК 1. Начинают отсчет по рейке, установленной на ПК 0 (задний отсчет), затем на ПК 1 (передний). После этого изменяют горизонт инструмента (высоту его установки) и производят повторные отсчеты. Разность отсчетов по двум пикетам при первом и втором горизонтах нивелира должна совпадать. Допускается отклонение не более ±5 мм. Нивелирование промежуточных пикетов производят при втором горизонте инструмента один раз. Результаты записывают в журнал технического нивелирования (приложение 1).

После окончания нивелировки приступают к вычислению высотных отметок всех точек по исходным высо-

там (отметкам) начальной и конечной точек хода и отсчетам по рейке.

Вычисления начинают с проверки средних значений между связующими точками. Контроль производится по каждой странице журнала. При этом разность полусумм всех задних и передних отсчетов должна быть равна сумме средних превышений (приложение 1).

При нивелировании трасс коллекторов и дрен точность работ определяется пределом допустимой невязки (ошибки) и составляет $\pm 30\sqrt{L}$, где L — общая длина нивелирного хода.

Невязка определяется при обработке отсчетов прямого и обратного ходов нивелирования.

Горизонт инструмента записывается в журнал в том случае, если нивелируются промежуточные пикеты. Отметка горизонта инструмента вычисляется по формуле $ГИ = H_A + a_A$. Горизонт инструмента равен сумме значений отметки заднего пикета H_A и отсчету по рейке на этом пикете. Отметки промежуточных пикетов рассчитываются по формуле $H_n = ГИ - a_n$. Отметка промежуточного пикета равна разности значений горизонта инструмента и отсчета по рейке на этом пикете a_n. Если эти два результата совпали, то расчет выполнен правильно.

Далее приступают к расчету отметок пикетных точек по отметке репера или первой точки и расчетным превышениям.

По данным обработки журнала нивелирования строят профиль трассы. Для наглядности изображение высоты точек профиля рекомендуется строить в более крупном масштабе, чем длину трассы. Профиль представляет собой вертикальное сечение поверхности земли. Строят профиль трассы на миллиметровой бумаге. Начинают построение с горизонтальной линии условного горизонта, от которой откладывают отметки (высоты) точек основных и промежуточных пикетов в соответствии с данными обработки журнала технического нивелирования (рис. 14). Ниже линии горизонта строят профильную сетку — проводят горизонтальные линии — оси, на которых обозначают уклоны (превышения точек) трассы, проектные отметки пикетных точек, их фактические отметки, протяженность (горизонтальное проложение) трассы, номера пикетов, грунты и другие данные для полной характеристики трассы дрены

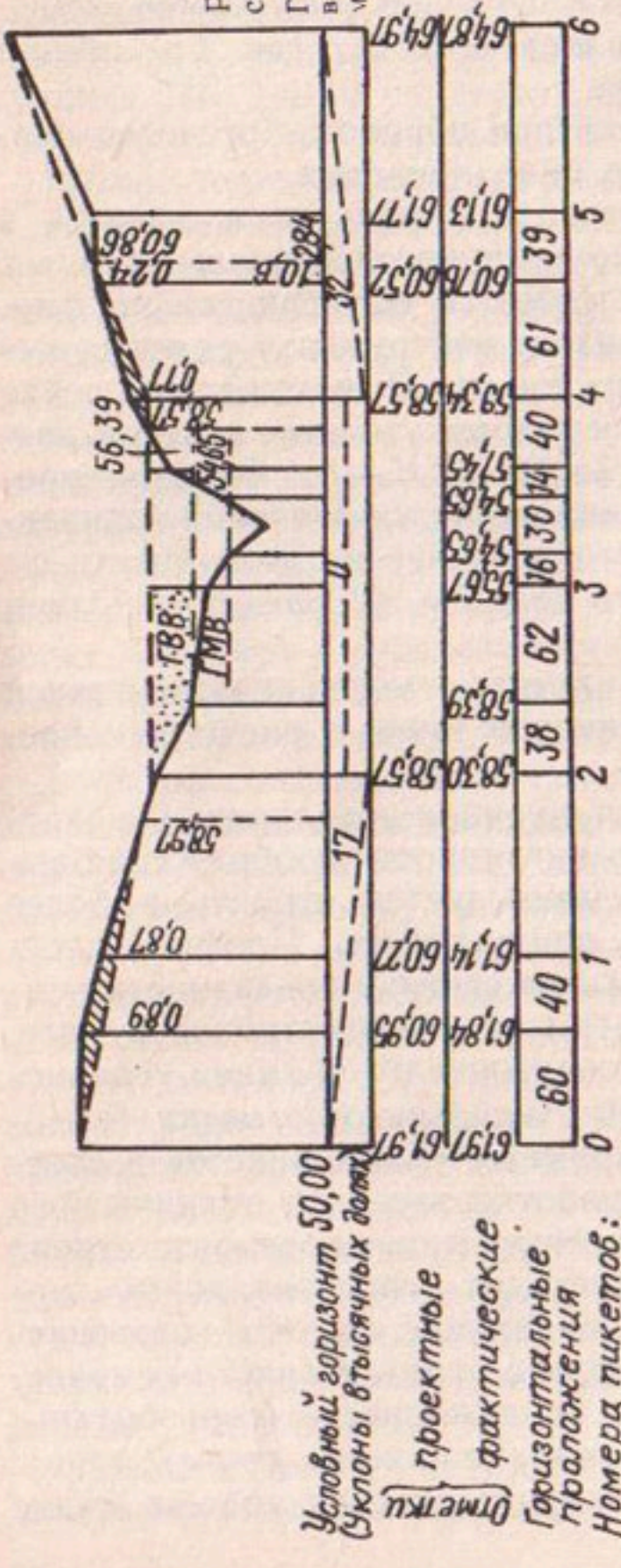


Рис. 14. Профиль трассы канала:
ГВВ — горизонт верхних вод; ГМВ — горизонт межденных вод

или коллектора. За начало профиля принимают устье коллектора или дрены.

Профиль трассы используется для нанесения проектной линии (оси трассы) будущего коллектора или дрены. Каждая дрена имеет заданный проектный уклон. Уклон i — это отношение превышения между точками h к горизонтальному расстоянию S между ними $i = h:S$. Уклон характеризуют числом или тангенсом угла наклона. Так, при $h = 1$ м; $S = 100$ м уклон составит 0,01 или 1 %.

Проектные отметки дна канала, дрены или коллектора задаются проектировщиком. От первой точки — устья (заданной в проекте) — проводят на профиле трассы линию дна будущей дрены в соответствии с заданным уклоном. Глубина дрены каждой точки пикета определяется по разности высот поверхности земли и дрены в масштабе построенного профиля.

§ 6. Геодезические работы при контроле качества строительства

Основной задачей геодезического контроля в процессе строительства дренажа является обеспечение точного выполнения параметров проекта в натуре: осей и глубины дрен и коллекторов; расположения колодцев, устьев, труб-переездов и других сооружений на коллекторно-дренажной сети. Контроль должен не только выявлять отклонения от проекта в процессе строительства, но и предупреждать их. Геодезический контроль осуществляется на всех этапах строительства: в подготовительный период при выносе проекта в натуру; в основной период — при земляных работах на устройстве сооружений, при укладке коллекторно-дренажной сети; в заключительный период — при составлении акта на скрытые работы и сдаче-приемке объекта в эксплуатацию.

В процессе строительства коллекторов и дрен основным способом контроля является *техническое нивелирование* уложенных трубопроводов. В соответствии со строительными нормами и правилами (СНиП) высотные отметки дренажной линии проверяются через 2—3 м при уклонах до 0,005 и через 5 м при уклонах более 0,005.

Контрольное нивелирование производится по мере укладки коллекторно-дренажных линий. Стоянка нивелира определяется в зависимости от способа строительства дренажа. При траншейной укладке нивелир может быть установлен в центре системы либо у устья дрены. Целесообразнее нивелир установить в центре, т. к. в этом случае с одной стоянки может быть произведена контрольная нивелировка нескольких дрен и даже целой системы.

Нивелирование производится после укладки дренажного трубопровода. В случае, если до нивелирования выполнена первичная присыпка трубопровода гумусированным грунтом, то в местах нивелирования этот грунт расчищают до трубы, затем устанавливают пятку рейки на трубу и снимают отсчет по черной стороне рейки.

При строительстве дренажа бестраншейным способом с применением дреноукладчика МД-4 либо МД-12 контроль уклона и глубины дрен производится в про-

цессе их укладки. Нивелирная рейка закрепляется на дреноукладчике. При этом используется обычная нивелирная рейка, но укороченная наполовину (1,5—2 м), либо специальная рейка с нанесенными на одной стороне делениями, аналогичными черной стороне нивелирной рейки.

Конструкцией дреноукладчика предусмотрены специальные гнезда для установки и закрепления рейки на бункере трубоукладчика. Нивелир устанавливается строго в створе трассы дрены, за коллектором. Контрольная нивелировка производится одновременно с укладкой дренажа. Мастер (оператор-нивелировщик) наводит зрительную трубу нивелира на рейку и снимает отсчеты в моменты прохода дреноукладчика у основных и промежуточных пикетов. Ориентиром служат упоры (опорные стойки), на которые натянут копирный трос. Последний предназначен для выдерживания проектного уклона дренажной линии с помощью автоматической регулирующей системы дреноукладчика. В этом случае отсчеты производятся через каждые 10 м. Установку ориентировочных вешек производят рабочие дренажного звена после натяжения копирного троса. Для более точного контроля и снятия отсчетов через 2—5 м помощник машиниста делает отмашку (контрольный знак), либо машинист дает звуковой сигнал по предварительно установленным через 2—5 м ориентировочным вешкам. В этом случае вешки должны устанавливаться одновременно с натяжением копирного троса в створе его упоров.

Контрольное нивелирование при укладке бестраншейного дренажа выполняют оператор-нивелировщик (мастер) и его помощник. Мастер производит нивелировку, рабочий записывает отсчеты в журнал и следит за точностью выдерживания уклона. Так, если уклон дрены $i = 0{,}005$, то разница отсчетов на длине 10 м составит 5 см (первый отсчет может быть 1562, второй — 1612). Допускаемые отклонения при укладке дренажных трубопроводов диаметром 50 мм составляют 15 мм; диаметром 75 мм — до 20 мм. При укладке коллекторов диаметром 125 мм допускаются отклонения не более 20 мм, диаметром 150—250 мм — до 30 мм. В случае отклонений, превышающих допустимые величины, оператор-нивелировщик должен остановить укладку дренажа. Бригадир-машинист дреноукладчика продол-

жает работу только после наладки следящей системы дреноукладчика и контроля качества натяжения копирного троса.

Отсчеты по рейке заносят в журнал нивелирования, в раздел «Исполнительная нивелировка». После обработки журнала составляют акт на скрытые работы. Результаты обработки журнала нивелирования наносят на исполнительный профиль трассы (см. рис. 14). К профильной сетке добавляют две строки, в которых помещают данные о фактических отметках дренажных трубопроводов и об отклонении этих отметок от проектных.

Фактические отметки дренажной линии определяют по данным контрольного нивелирования, а отклонения их от проектных — по разности значений проектных и фактических отметок, нанесенных на профиль. По оформленной профильной сетке строят верхнюю и нижнюю части профиля. На вертикальных линиях миллиметровки от каждой пикетной точки и плюсовой наносят точку поверхности по высоте ее расчетной отметки в соответствии с выбранным вертикальным масштабом профиля от условного горизонта. За условный горизонт принимают верхнюю горизонтальную линию сетки. Отмеченные точки соединяют между собой прямыми линиями, в результате чего получают общую ломаную линию, условно изображающую сечение поверхности земли по трассе дрены. От каждой точки поверхности проводят ординату (вертикальную линию) к соответствующей пикетной точке на верхней горизонтальной линии сетки. На этих же ординатах откладывают фактические отметки дренажного трубопровода, а также проектные отметки в конечных точках профиля и в местах изменения (перелома) уклона.

Аналогично строят профили открытых каналов. При контрольном нивелировании рейку устанавливают на дно по оси канала. Кроме продольного профиля канала, на отдельных характерных и критических точках выполняют нивелировку поперечного сечения. В процессе нивелировки рейку устанавливают на бровках канала и на нескольких точках сечения, затем на дне канала и далее на его противоположной стороне.

После обработки журнала нивелирования вычерчивают сечение в вертикальном масштабе продольного профиля. Этот масштаб используют для вертикального и горизонтального расстояния. Поперечные профили

размещают на том же месте, что и продольные. Их располагают над линией поверхности земли в продольном профиле. Ось канала в поперечном сечении совмещают с продолжением его ординаты на данном пикете.

Контрольные вопросы

1. Что изучает геодезия?
2. Какие геодезические работы выполняют при мелиоративном строительстве?
3. Какие инструменты применяют для измерения длин линий на местности?
4. Какие оптические инструменты являются основными при геодезических работах?
5. Какие приборы используют для ориентирования линий на местности?
6. Что такое съемка местности?
7. Какие приборы используют для съемки местности?
8. Что такое масштаб на плане или карте?
9. Какие линии называют горизонталями?
10. Для чего производят поверки нивелира?
11. Какие поверки нивелира выполняют до начала работ?
12. Какие работы выполняют при выносе проекта мелиорации в натуру?
13. Чему равен горизонт инструмента?
14. Какие показатели наносят на профиль трассы?
15. Какие геодезические работы выполняют при контроле качества строительства дрен и коллекторов?

ГЛАВА 2

ОСУШИТЕЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ

§ 7. Конструктивные элементы закрытой осушительной системы

Осушительной системой называют комплекс инженерных сооружений, который обеспечивает водно-воздушный режим, благоприятный для выращивания сельскохозяйственных культур. В состав осушительной системы входят: осушаемая площадь; регулирующая проводящая и ограждающая сети; водоприемник, принимающий воду, отводимую осушительной сетью; сооружения на осушительной системе, поддерживающие заданный режим ее работы; эксплуатационная сеть, дороги и лесополосы (рис. 15).

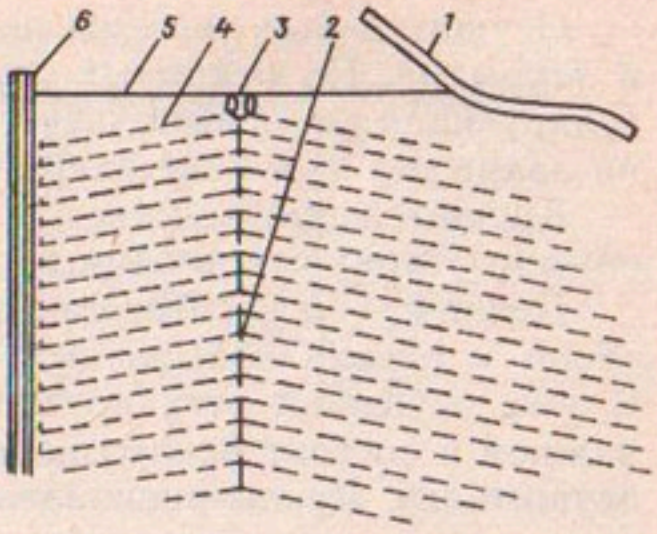


Рис. 15. Схема расположения элементов осушительной системы:

1 — водоприемник; *2* — закрытый коллектор; *3* — устье коллектора; *4* — регулирующие дрены; *5* — открытый канал; *6* — дорога

Закрытая осушительная система состоит из следующих элементов: осушительные дрены и закрытые собиратели (регулирующая часть); закрытые коллекторы (проводящая часть); водоприемник и ограждающая часть сети (ловчие дрены, ограждающие каналы).

Регулирующей частью закрытой осушительной системы называют открытые или закрытые осушители, отводящие избыточную воду с поверхностного и из подпахотного слоя почвы и понижающие уровень грунтовых вод. Регулирующая сеть доставляет избыточную воду в проводящую часть системы.

Проводящей частью осушительной системы называют коллекторы, собирающие и транспортирующие воду, отводимую с осушаемой территории в открытые проводящие каналы (магистральные) или в водоприемник.

Ограждающей частью системы называют ограждающие каналы и ловчие дрены, которые перехватывают поверхностные и грунтовые воды, притекающие извне к осушаемой территории. Воду транспортируют в проводящую сеть системы или водоприемник.

Работоспособность регулирующей и проводящей частей закрытой осушительной системы обеспечивается следующими элементами: дренажными и коллекторными линиями, устройством устьев коллекторов или отдельных дрен, смотровых колодцев, поглотителей, труб-переездов. Каждый из элементов закрытой осушительной системы в зависимости от назначения и почвенно-грунтовых условий имеет различные размеры, форму и конструктивные особенности.

Осушительные системы подразделяют на *открытые* и *закрытые*. На открытых осушительных системах регулирующая часть выполнена в виде открытых каналов, на закрытых — в виде закрытых дрен.

Крупные проводящие и оградительные каналы обычно строят открытыми.

Дренаж — искусственное подземное сооружение для сбора и отвода избыточных почвенно-грунтовых вод. В зоне осушения регулирующая сеть называется дренажной и состоит преимущественно из закрытых дрен-осушителей. Дрены располагают на проектной глубине и расчетном друг от друга расстоянии. В зависимости от применяемых материалов дренаж подразделяется на *материальный* (керамический, пластмассовый, каменно-набросный, фашинный) и *нематериальный* (кротовый, щелевой).

Параметры дрен-осушителей проектируют в зависимости от осушаемых грунтов. На суглинистых грунтах и глубоких торфяниках глубину заложения дрены принимают в пределах от 1 до 1,5 м; на песчаных, супесчаных грунтах и мелких торфяниках — от 0,7 до 1,2 м. Расстояние между дренами рассчитывают в зависимости от принятой нормы осушения, интенсивности осадков и их распределения, водопроницаемости и структуры почвогрунтов. Междренные расстояния составляют 10—25 м.

Норма осушения определяет глубину стояния грунтовых вод между дренами, необходимую для различных сельскохозяйственных культур. Она должна обеспечивать возможность механизированной обработки почвы в предпосевной период и нормальные условия развития растений — в вегетационный (рис. 16). Численное значение нормы осушения задается при проектировании дренажной системы в зависимости от предполагаемого вида выращиваемых культур и типа почв. Уклоны дрен обусловлены видом дренажа и рельефом местности. Минимальные уклоны дрен из керамических труб составляют 0,002—0,003; из пластмассовых — 0,005. Длина дрен-осушителей зависит от рельефа местности и глубины уклона дрен. Она не превышает 200—250 м.

В поперечном разрезе дрена-осушитель представляет собой траншею или щель, как правило, прямоугольного сечения, заданной ширины и глубины с уложенной на дно дренажной линией из керамических

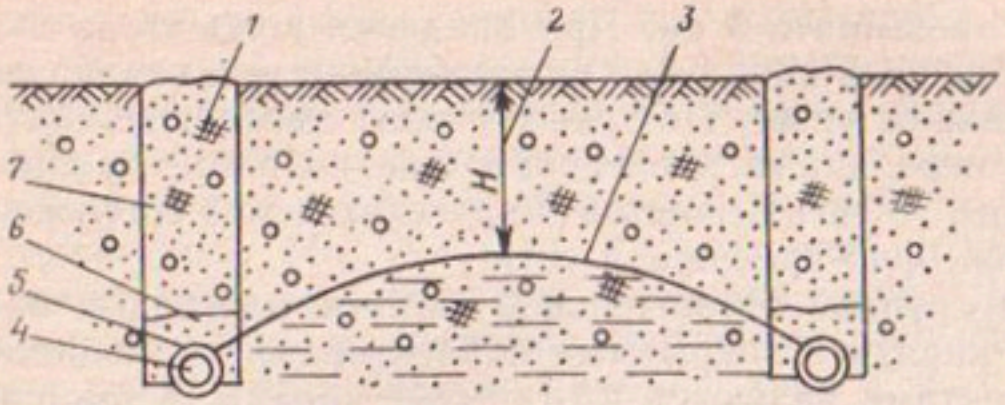


Рис. 16. Кривая депрессии уровня грунтовых вод при осушении закрытым дренажем:

1 — дрена-осушитель; *2* — норма осушения; *3* — кривая депрессии уровня грунтовых вод; *4* — дренажная труба; *5* — слой фильтрующего материала; *6* — первичная присыпка; *7* — дренажная засыпка

или пластмассовых труб. Для защиты дренажной линии от заиления мелкими частицами грунта зазоры в стыках керамических труб закрываются фильтрующими материалами. Пластмассовые трубы защищают по всей длине.

Зазоры в стыках труб не должны превышать 1,5—2,0 мм, что обусловлено оптимальной эксплуатационной надежностью дренажных линий, а также определено техническими условиями и строительными нормами и правилами.

Для повышения притока воды к дрене над дренажной трубой располагается дренажная засыпка — слой грунта высотой 20 см с содержанием гумуса до 80 %. Выше этого слоя укладывается засыпка из грунта, разрыхленного в процессе разработки траншеи. Все регулирующие дрены подают воду в проводящую часть системы, примыкая к ней под углом 50—90°.

Проводящая часть закрытой осушительной системы состоит из закрытых коллекторов-собирателей. Линия коллектора укладывается из труб расчетного диаметра, обеспечивающего прием воды с обслуживаемой площади водосбора. Внутренний диаметр труб, применяемых для укладки коллекторов, изменяется в зависимости от площади водосбора от 75 до 200 мм и более.

На одном коллекторе могут использоваться трубы различных диаметров с увеличением их к устью для пропуска возрастающего дренажного стока. Сопряжения оформляются в местах впадения дрен в коллекторы, при этом диаметр входного отверстия в трубе не дол-

жен превышать 5 см. При впадении коллектора в магистральный канал или водоприемник устанавливается дренажное устье. По трассе строят смотровые, отстойные, перепадные и поглощающие колодцы, трубы-переезды, то есть основные гидротехнические сооружения коллекторно-дренажной сети.

В крупной осушительной системе площадью более 5 га наряду с закрытыми коллекторами проводящими элементами являются и открытые каналы — транспортирующие собиратели, впадающие в магистральные каналы или в водоприемник.

Каналы проводящей сети должны отводить воды поверхностного и внутреннего стоков и не вызывать затопления осушаемых площадей или их части, а также подпора регулирующей сети.

Магистральный канал является наиболее ответственной частью осушительной системы, в связи с чем его конструкция должна отвечать следующим требованиям: принимать воду с любой части обслуживаемого участка; в месте впадения в водоприемник магистральный канал не должен быть в подпоре. Берега водоприемника в месте впадения канала должны быть прочными.

Транспортирующий собиратель (коллектор) должен иметь по возможности наименьшую длину и свободно принимать воду с любой площади обслуживаемого водосбора. Расположение транспортирующих собирателей на участке планируется с учетом ограждающей сети.

Ограждающая часть системы состоит из ловчих дрен, предназначенных для перехвата выклинивающихся на склонах грунтовых вод, собирателей — для перехвата поверхностных вод, стекающих по склонам, нагорных каналов — для ограждения осушаемых участков от притока поверхностных вод со стороны.

В состав осушительной системы могут входить также тальвеговые каналы для отвода вод, собираемых в понижениях на осушаемой площади.

Одним из видов закрытой осушительной системы является осушительно-увлажнительная система (система двустороннего регулирования). В такой системе одни и те же регулирующие дрены служат для *осушения* и *увлажнения*. В осенне-весенний

период года эти дрены собирают и отводят избыточные воды. В летний период они служат для подпочвенного увлажнения. В зависимости от рельефа местности закрытые осушительно-увлажнительные системы строят с односторонним или двусторонним впадением дрен в коллекторы. На участках с большими уклонами проектируется одностороннее впадение дрен. Длина коллекторов в таких системах составляет 600—800 м, длина дрен — 150—200 м. Глубина дрен 1,2—1,4 м. Наиболее совершенны закрытые осушительно-увлажнительные системы с подачей воды в истоки коллекторов из распределителей. Истоки могут быть соединены специальным закрытым увлажнителем (оросительным коллектором).

Наряду с закрытыми коллекторами в осушительно-увлажнительных системах используются открытые. Конструкция систем при этом упрощается, облегчаются условия ее эксплуатации.

При строительстве коллекторно-дренажной сети двустороннего действия расстояния между дренами принимаются в 1,5—2 раза меньше, чем при осушении.

§ 8. Сооружения осушительных систем

Для регулирования водного режима, предохранения осушительной сети от разрушения при перевозке грузов, перемещении сельскохозяйственной техники, а также для обеспечения работоспособности открытых и закрытых осушительных систем строятся различные гидротехнические сооружения.

Сооружения на осушительных системах подразделяются на три группы:

обеспечивающие переезд сельскохозяйственной техники, прогон скота и перемещение людей через каналы (трубы-переезды и мосты);

предохраняющие каналы и дрены от размыва (крепления откосов, дренажные устья, перепады и быстротоки);

обеспечивающие контроль и регулирование стока по каналам и дренам (шлюзы и насосные станции, смотровые и поглощающие колодцы).

Наиболее распространенными сооружениями на открытых каналах являются трубы-переезды, крепления откосов, реже мосты, шлюзы, насосные станции, пере-

пады и быстротоки; на дренажных системах — устья, смотровые и поглощающие колодцы, реже фильтры.

На минеральных землях все сооружения строят из сборного железобетона, керамики или полимерных материалов, а на торфяниках — из дерева или полимерных материалов.

Нормальная эксплуатация земель с открытой осушительной сетью может быть обеспечена только при наличии на каналах труб-переездов или мостов.

Трубы-переезды в зависимости от пропускной способности каналов строят из бетонных и железобетонных труб диаметром от 0,3 до 1 м. Ширина проезжей части на полях с зерновыми и пропашными культурами 4,5 м, на лугах и пастбищах — 6 м. Трубы диаметром до 0,75 м устанавливаются на осушителях, а диаметром до 1 м — на собирателях и магистральных каналах.

Мосты на осушительных системах строят только на магистральных каналах и иногда на крупных транспортирующих собирателях. Наибольшее распространение при строительстве мостов получили бетонные и железобетонные конструкции, которые, как правило, изготавливаются заводским способом. На торфяных грунтах строят преимущественно деревянные мосты (рис. 17).

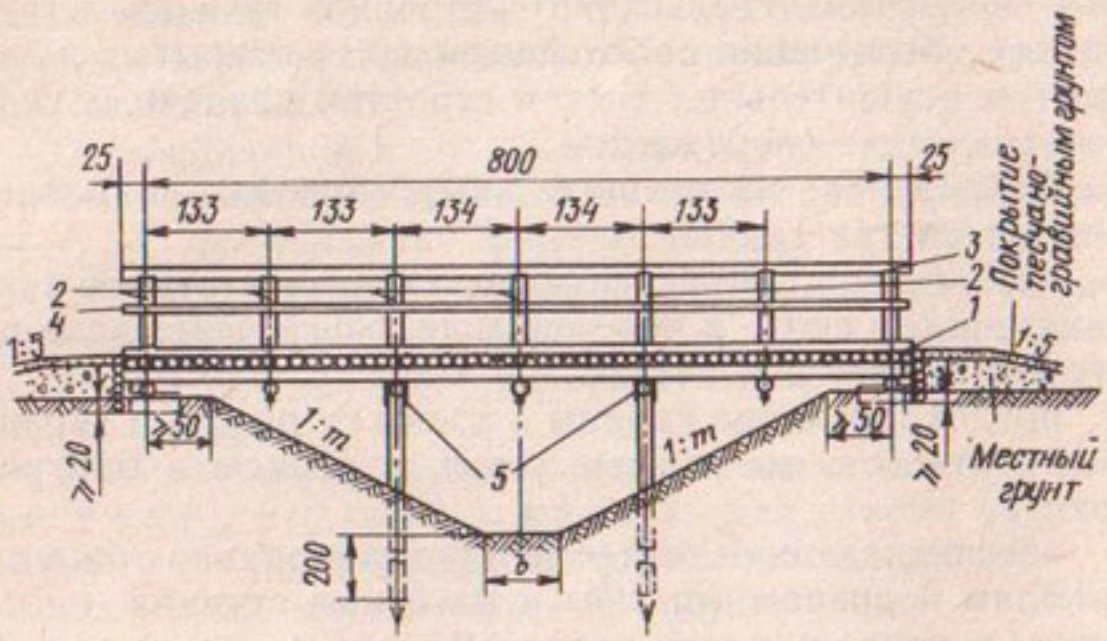


Рис. 17. Типовая конструкция деревянного пешеходного моста:

1 — настил; *2* — стойки; *3* — перила; *4* — стяжка; *5* — свайные опоры; *в* — ширина канала по дну; *m* — заложение откоса

Мосты строят с нечетным числом пролетов, так как при четном среднюю свайную опору необходимо укреплять на оси канала, что сильно препятствует движению воды по нему.

Крепление дна осушительных каналов на минеральных землях обеспечивают сборными железобетонными элементами. При облицовке дна канала укладывают железобетонные лотки специального профиля длиной до 6 м и шириной до 1 м. Верхнюю часть откосов покрывают дерном, специально выращиваемыми торфодерновыми коврами, дернокрошкой или засевают многолетними травами.

Крепление откосов на торфяных почвах производят из досок, пластин или хворостяного плетня высотой 0,5—0,6 м, устраивая из них у подножия вертикальную стенку. За эти стенки или плетни засыпают грунт, вынутый при разработке канала (из кавальера), и плотно его утрамбовывают. Кавальером называют валик грунта, вынутого при разработке канала или траншеи и отсыпанного в сторону.

Иногда осушительные каналы укрепляют вертикальной деревянной стенкой и на минеральных грунтах.

Дренажным устьем называется часть закрытого коллектора, входящая в открытый канал и служащая для сброса воды из коллектора в канал или водоприемник.

На минеральных грунтах устье устраивают из железобетонного оголовка и асбестоцементной трубы, либо в виде железобетонного лотка сечением 15×15 см с крышкой и водоотбойной частью. Водоотбойная часть предохраняет откос канала от размыва струей воды, падающей из устья. Концевая труба дренажного устья устанавливается не ниже 25—30 см над уровнем воды в водоприемнике. Устье заглубляют в откос канала на 15—20 см, который крепят одерновкой вокруг устья и до верха канала. Таким образом устье предохраняется от повреждений при механическом скашивании и очистке водоприемника или канала (рис. 18).

На торфяных грунтах применяют деревянные устья из просмоленных досок толщиной не менее 5 см, сечением 15×15 или 18×18 см. Устанавливают устья на деревянных сваях, забиваемых до минерального дна болота.

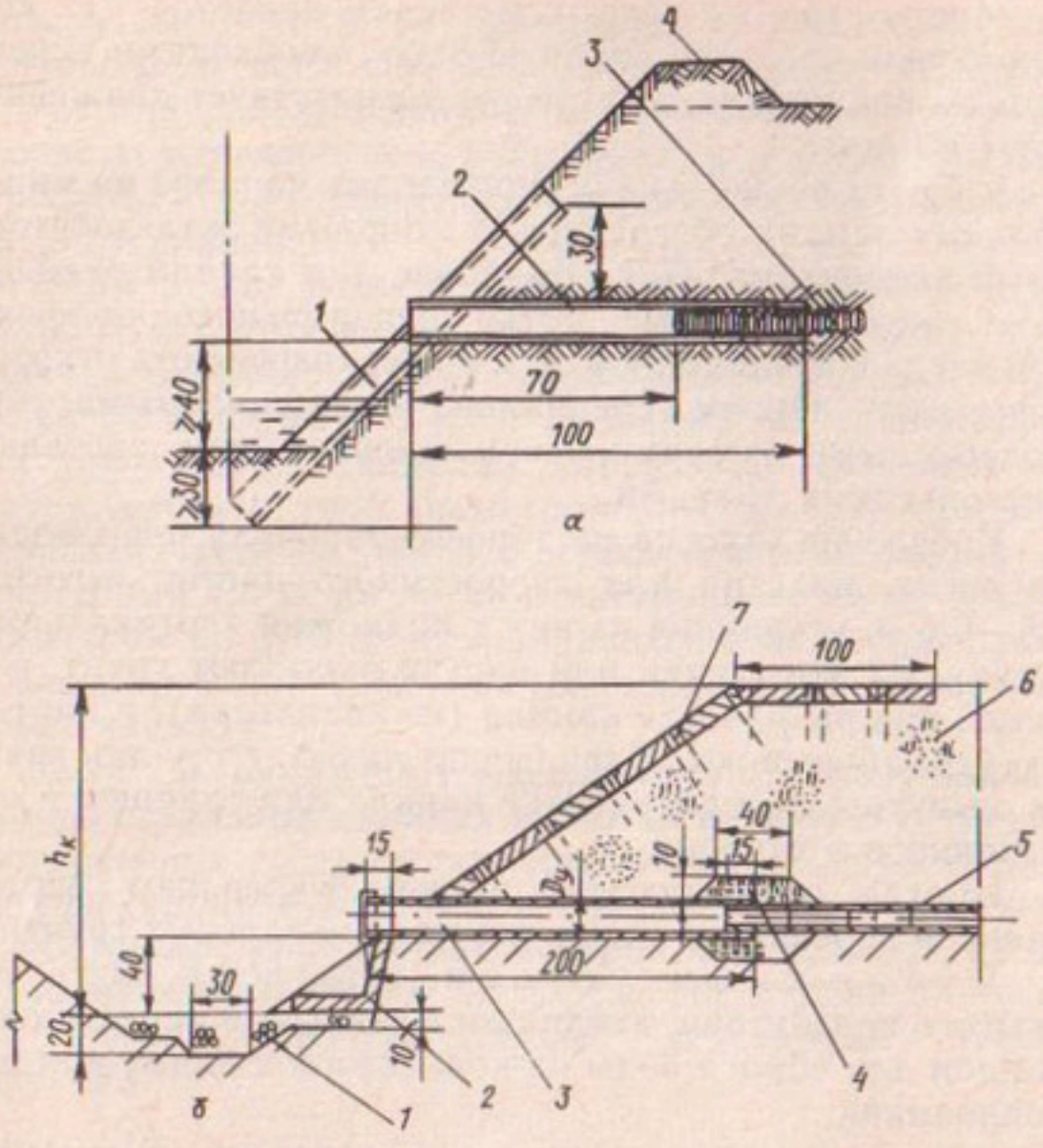


Рис. 18. Типовые конструкции устьев:

а — бестраншейной дрены: *1* — лоток; *2* — сопрягающая труба; *3* — пластмассовая труба; *4* — водоперегораживающий валик; *б* — коллектора: *1* — гравийная подсыпка; *2* — бетонный оголовок; *3* — асбестоцементная труба; *4* — просмоленная пакля; *5* — дренажный трубопровод; *6* — местный грунт; *7* — одерновка; $h_к$ — глубина канала; $D_у$ — условный диаметр трубы

Устье может быть повреждено вследствие фильтрации воды из закрытых коллекторов. Для исключения размыва траншей, в которые укладывают устьевые трубы, грунт предварительно засыпают и тщательно утрамбовывают. Во избежание деформации при осадке торфа устья устанавливают на деревянных сваях. Откос канала под деревянными устьями укрепляют дощатым настилом или фашинами.

Внедрение полимерных материалов в практику мелиоративного строительства позволяет использовать конструкции устьев из пластмасс. Они намного легче,

технологичнее в изготовлении, не подвержены воздействию агрессивных вод. В сборной конструкции устьев используют гладкостенные полиэтиленовые трубы диаметром 100, 125 мм и более. Корпус устья изготавливают из полиэтилена низкой плотности. Этот полиэтилен более эластичен и при глубоком промерзании откосов каналов обеспечивает надежное соединение с коллектором.

Перепады представляют собой вертикальные уступы дна канала, укрепленные стенкой из прочного материала. На минеральных грунтах строят *железобетонные* перепады, а на торфяных — *деревянные*. Дно и откосы канала на минеральных грунтах выше и ниже перепада укрепляют бетонной облицовкой или каменной отмосткой, на торфяных — дощатой облицовкой.

Быстротоки представляют собой участки канала с уклоном дна 0,1—0,15, укрепленные железобетонными лотками, каменной отмосткой, фашинами.

При строительстве перепадов и быстротоков устраивают противофильтрационные железобетонные или деревянные *шпунтовые стенки*, заглубляемые ниже дна сооружения до 5 м, длиной до 1—2 м в обе стороны от его стенок для предотвращения фильтрации воды.

Важное значение для продолжительности срока службы и бесперебойности работы дренажной сети имеют смотровые, перепадные и поглощающие колодцы.

Смотровые колодцы (рис. 19, а, б) при систематическом дренировании устраивают только на дренажных системах, осушающих большие площади. Их располагают либо в местах соединения нескольких коллекторов, либо при изменении уклона на крупных коллекторах. На участках выборочного дренирования, где коллекторные линии представлены трубами диаметром 0,3—0,5 м и протяженностью в несколько километров, смотровые колодцы являются неотъемлемой частью дренажной системы и выполняют роль отстойников. Они устанавливаются в местах резких поворотов коллектора или при пересечении его с боковыми понижениями, по которым проложены закрытые осушители. В этих случаях колодцы используются как промежуточное звено для соединения коллекторов.

При изменении уклонов от большего к меньшему, как правило, строят смотровой колодец с перепадом. На дренажных системах они бывают двух типов: откры-

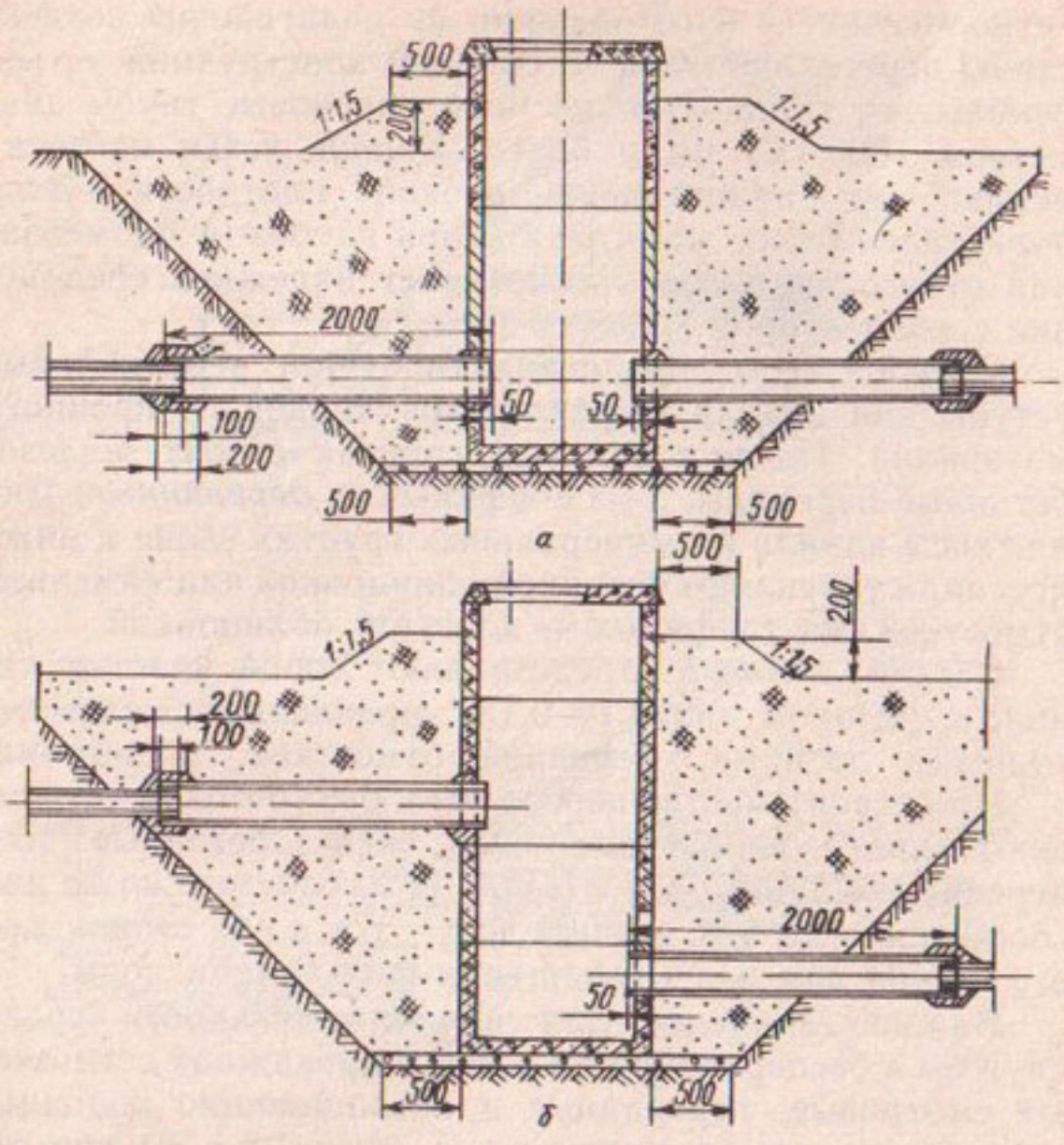


Рис. 19. Смотровые дренажные колодцы:
а — без перепада; *б* — с перепадом

тые — доходящие до поверхности земли и скрытые — потайные, которые располагают ниже поверхности земли на 50—60 см (с целью обеспечения безопасности работы).

В настоящее время в мелиорации наиболее широко распространены *открытые* колодцы, что объясняется удобством их эксплуатации. Пользование потайными колодцами затруднено ввиду сложности определения их местонахождения.

Смотровые колодцы устанавливают на коллекторах, имеющих большой продольный уклон, при котором могут возникнуть высокие скорости воды. При этом происходит смещение труб коллектора.

Смотровой колодец состоит из 2—3 железобетонных сборных колец диаметром 0,7—0,8 м (рис. 20). В боковых стенках нижнего кольца на высоте не менее 50 см от дна расположены два отверстия — входное и выходное. Превышение выходного отверстия над входным должно быть не менее 10 см. В отверстия входят трубы коллектора: впадающая труба — во входное, а выводящая — в выходное отверстие. Дно колодца устанавливается на 8—10-сантиметровый слой гравия и представляет собой железобетонный круг,

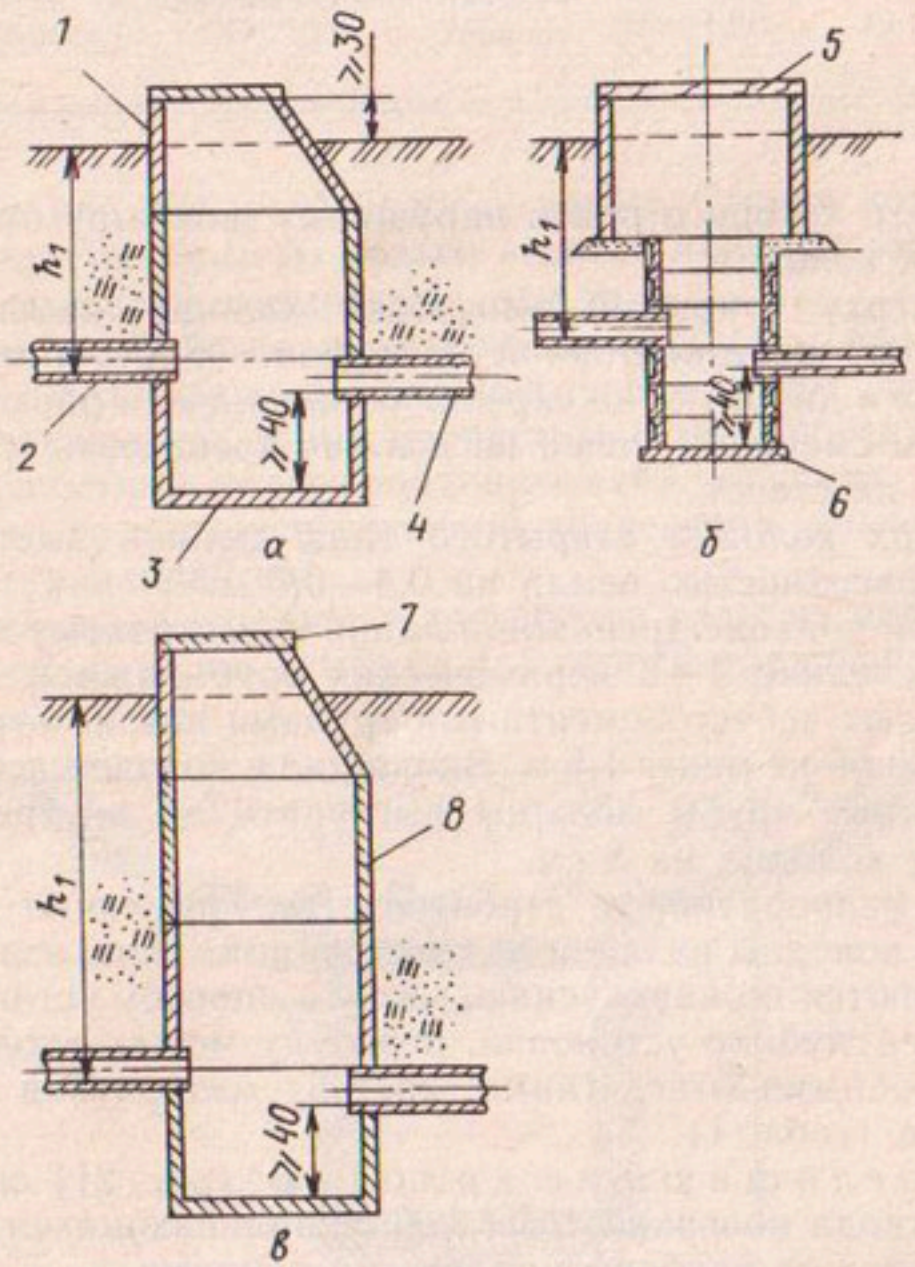


Рис. 20. Конструкции смотровых колодцев различных типов:

а — с наклонным кольцом; *б* — с цилиндрическим кольцом; *в* — с дополнительным кольцом: *1* — кольцо; *2* — вводящая труба; *3* — кольцо с дном; *4* — выводящая труба; *5* — деревянная крышка; *6* — дно колодца; *7* — крышка; *8* — дополнительное кольцо; h_1 — глубина вводящей трубы

1. Типы смотровых

Наименование	Назначение и место установки
Смотровые	Для наблюдения за работой системы в местах: резкого поворота коллектора в плане (под углом менее 150°), резкого уменьшения уклонов, при сопряжении нескольких коллекторов, а также на прямых участках при значительной их длине
Смотровые с перепадом	При значительных уклонах местности, резком изменении глубины заложения коллекторов, соединении их на разных уровнях

диаметр которого равен наружному диаметру боковых стенок колодца.

Сверху открытый смотровой колодец закрывают съемной железобетонной крышкой. Железобетонные кольца и дно колодца скрепляют цементным раствором, причем смещение колец не должно превышать $^1/_3$ толщины их стенок.

Верх колодца открытого типа должен выступать над поверхностью земли на 0,4—0,5 м.

При подходе дренажной линии к смотровому колодцу последние 4—5 керамических труб каждой линии заменяют асбестоцементными трубами или их отрезками длиной не менее 1,5 м. Входящие в колодец асбестоцементные трубы должны выступать за внутреннюю стенку колодца на 5 см.

В мелиоративном строительстве применяют смотровые колодцы различных конструкций. Типы колодцев отличаются по назначению, месту и способу установки, высоте, глубине установки, перепаду между входными и выходными отверстиями, составу материалов и арматуре (табл. 1).

Поглощающие колодцы (рис. 21) служат для отвода поверхностных вод, скапливающихся в понижениях со слабопроницаемыми почвами.

При строительстве поглощающих колодцев над дренажной или коллекторной трубами диаметром не менее 100 мм устраивают котлован, который заполняют хорошо водопроницаемыми материалами: булыжник,

колодцев

Тип	Марка	Высота, м	Глубина укладки коллектора, см	Перепад, см
Открытого типа	КС-220 Л	2,2	До 130	—
	КС-300 Л	3,0	140—210	—
Комбинированные	КС-200 К	2,0	110	—
	КС-220 К	2,2	130	—
Открытого типа	КСП-220 Л	2,2	100—120	40—20
	КСП-300 Л	3,0	120—200	100—20
	КСП-380 Л	3,8	160—250	100—20
Комбинированные	КСП-220 К	2,2	100—120	40—20

щебень или битые дренажные трубы. Станки котлована крепят щитами из кольев и досок или железобетонными кольцами с вырезами для труб.

При устройстве на осушаемом участке большого числа поглощающих колодцев увеличивают диаметр труб коллектора, чтобы пропустить и транспортировать поверхностные воды в водоприемник. Глубина поглотителя определяется глубиной коллектора, на котором он устанавливается.

Фильтры устраивают для сброса воды из нагорных и ловчих каналов, а также для отвода родниковых вод

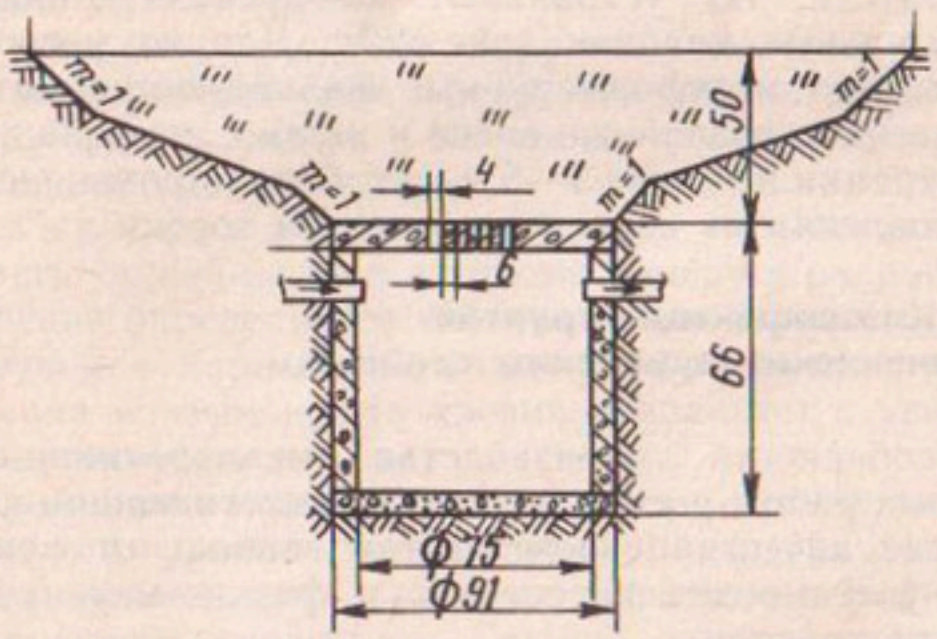


Рис. 21. Поглощающий колодец:
m — заложение откоса

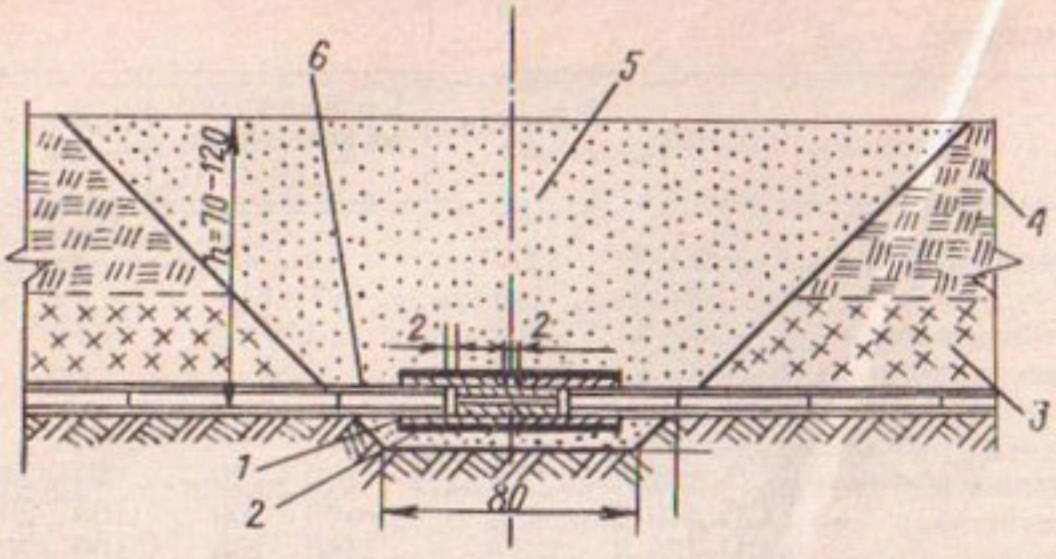


Рис. 22. Поглотительная колонка:

1 — гончарная трубка диаметром 15 см; *2* — стеклохолст; *3* — присыпка; *4* — засыпка траншеи; *5* — фильтрующий материал (песчано-гравийная смесь); *6* — дренажный трубопровод

в дренажную сеть. По конструкции фильтры аналогичны поглощающим колодцам. Фильтрующую способность обеспечивает гравийная засыпка (диаметр гравия — 1,5—2 см). Типовой фильтр состоит из сборного колодца, заполненного песчано-гравийной смесью или песком. Верхнее кольцо фильтра выступает над поверхностью земли.

Для ускорения отвода поверхностной воды при осушении дренажным способом почв тяжелого механического состава последнее время применяют закрытые собиратели. Их устраивают на дренах в виде поглотительных колонок (рис. 22). Для их устройства используют недеформируемые фильтрующие материалы: песчано-гравийные смеси и шлак с коэффициентом фильтрации не менее 3—5 м/сут, блоки промышленного изготовления из пористого бетона и торфа.

§ 9. Классификация грунтов по физико-механическим свойствам

Особенности производства мелиоративно-строительных работ, рост производительности машин и обеспечение качества строительства зависит от правильного учета водно-физических и физико-механических свойств грунтов.

Грунтами называют породы, из которых состоят верхние слои земной коры. Все грунты имеют органи-

ческое или минеральное происхождение. К органическим грунтам относятся торфяники. Минеральные осушаемые грунты делятся на несвязные (разнозернистые пески и плывуны) и связные (супеси, суглинки, глины). Физико-механические свойства определяют технологические особенности грунтов. Основными свойствами грунтов являются: удельная и объемная масса, связность, влажность, водопроницаемость, пластичность, разрыхляемость, трение.

Удельная масса грунта характеризуется массой абсолютно сухого грунта на единицу объема. Объемная масса характеризуется массой 1 $м^3$ грунта в его естественном состоянии.

Связностью грунта называется способность противостоять силе, стремящейся разъединить частицы грунта. Степень связности грунта определяется углом естественного откоса, который изменяется в зависимости от механических свойств грунта и его влажности. Углом естественного откоса называется угол между поверхностью откоса и горизонтальной плоскостью, при котором грунт не осыпается и не сползает.

Влажностью грунта называется содержание в нем воды, выраженное в процентах к массе или объему грунта в абсолютно сухом состоянии.

Водопроницаемостью называется способность грунта проводить воду из верхних слоев в нижние. Максимальную водопроницаемость имеет песок, минимальную — глина.

Пластичностью грунта называется способность деформироваться, принимать форму, приданную во влажном состоянии, и сохранять ее после прекращения внешнего воздействия.

Разрыхляемостью грунта называется способность увеличиваться в объеме во время разработки.

Трение определяется как сила скольжения металла по грунту и характеризуется коэффициентом трения. Величина коэффициента трения возрастает с увеличением влажности.

Применение каждого типа машин и механизмов определяется группой грунта. Группировка грунтов производится по их составу, водно-физическим и физико-механическим свойствам. Группы грунтов отражают трудность разработки их рабочими органами машин, разработка грунтов второй группы труднее, чем первой.

Для дреноукладочных машин приняты 1, 2 и 3 группы грунтов (данные из единых норм и расценок — ЕНиР):

Характеристика грунтов	Группа
Галька и гравий размером до 80 мм	2
Глина:	
мягкая или насыпная	2
с примесью щебня до 10 %	2
с примесью щебня более 10 %	3
Суглинок:	
легкий	1
тяжелый	2
с содержанием примесей более 10 %	3
Грунт гумусного слоя	1
Лесс с примесью гравия и гальки	2
Песок всех видов	2
Песок с содержанием камней от 5 до 10 %	3
Супесь всех видов	2
Торф без корней и с корнями до 30 мм	1

Контрольные вопросы

1. Что представляет собой закрытая осушительная система и из каких основных элементов она состоит?
2. Что такое дренаж?
3. Что такое норма осушения для сельскохозяйственных культур?
4. Перечислите типы сооружений на осушительной системе.
5. Для чего предназначены дренажные устья, смотровые и поглощающие колодцы?
6. Каковы основные требования к устройству устьев и колодцев?
7. В каких группах грунтов работают дреноукладчики?

ГЛАВА 3

МАТЕРИАЛЫ И КОНСТРУКЦИИ ДЛЯ СТРОИТЕЛЬСТВА ДРЕНАЖА

§ 10. Дренажные трубы и арматура

Материалы, применяемые для дренажных работ, должны быть устойчивы к колебаниям температуры воздуха, воздействию грунтовых вод, корневой системы растений, микроорганизмов, кислот, щелочей, механическому давлению грунта.

Дренажные трубы изготавливают из керамики, дерева, асбестоцемента, бетона, пластмассы, стеклопластика и специальных составов на основе полимеров.

Для строительства дренажа в зоне осушения применяют преимущественно керамические (гончарные) трубы. Они имеют различную форму: цилиндрическую (круглую), многогранную, с одной или несколькими плоскими гранями, с раструбами (рис. 23). Длина труб составляет 333 мм из расчета укладки на 1 м, внутренний диаметр — 50, 75, 100, 125, 150, 175, 200, 250 мм. Срок действия керамических труб — 50 лет и более.

Трубы диаметром 50 и 75 мм используют для укладки дрен, диаметром 75 мм и более — для коллекторов. Масса цилиндрической трубы диаметром 50 мм составляет 1,6—1,7 кг; шестигранной — 1,3—1,4 кг.

Согласно ГОСТ 8411—74 промышленность выпускает трубы цилиндрические, шестигранные и восьмигранные (табл. 2).

При использовании шестигранных труб требуется их подгонка и укладка на плоскую грань, затруднен спуск в траншею по желобу дреноукладчика. Но они более удобны при транспортировке, так как легко укладываются в пакеты и контейнеры. Трубы цилиндрической формы более удобны для устройства дренажа.

Раструбные трубы выпускают для строительства дренажа в зоне орошения в условиях засоленных грунтов. Раструб на одном конце трубы обеспечивает жесткое соединение стыков, необходимое в просадочных и бесструктурных грунтах.

С целью усовершенствования формы дренажных труб разрабатываются их новые конструкции: с риф-

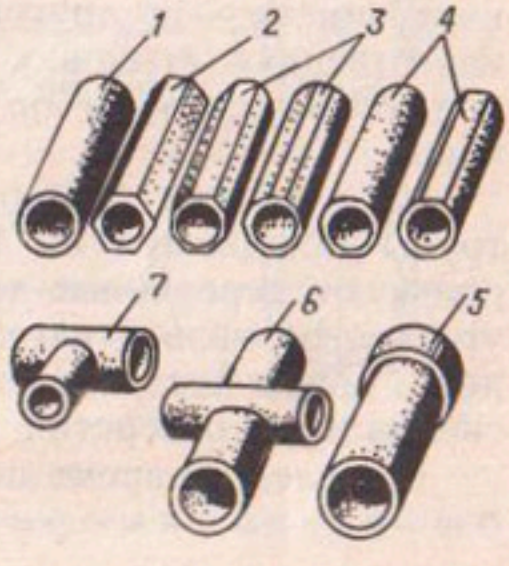


Рис. 23. Керамические дренажные трубы и арматура:

1 — цилиндрические; *2* — шестигранные; *3* — восьмигранные; *4* — с одной плоской гранью; *5* — с раструбом; *6* — переходник; *7* — угольник

2. Основные характеристики керамических дренажных труб

Форма	Диаметр внутренний, мм	Толщина стенки, мм	Допустимые отклонения, мм		Нагрузка без разрушения, кН
			Овальность	Перекос торцов	
Цилиндрическая	50±2	11±2	±2	±3	3,5
	75±2	13±2	±3	±4	3,5
	100±3	15±3	±4	±4	4,5
Шестигранная	125±3	18±3	±4	±5	4,5
	150±3	20±3	±4	±5	4,5
Восьмигранная	175±5	20±5	±5	±6	5,0
	200±5	24±5	±5	±6	5,0
	250±5	25±5	±6	±8	5,0

леной внешней поверхностью, водоприемными прорезями, фасками на торцах, пористыми стенками. В настоящее время эти трубы изготавливают только в качестве опытных образцов.

Торцы труб при изготовлении обрезают под углом 90° к продольной оси. Для того чтобы противостоять внешнему давлению грунта и проходящих сельскохозяйственных машин, трубы должны иметь высокую механическую прочность.

С целью уменьшения сопротивления движению воды и исключения образования наилка внутренняя поверхность трубы должна быть гладкой, без шероховатостей и заусениц.

Для повышения качества стыковки труб разрабатываются опытные образцы труб с фасками, снятыми под углом 45° по наружному диаметру с одной стороны и внутреннему — с другой. Такие трубы обеспечивают качественную стыковку при укладке их полумеханизированным способом по спускному лотку трубоукладчика.

На глубоких торфяниках и болотах керамические трубы укладывают на деревянные стеллажи, либо используют деревянные трубы прямоугольного или треугольного сечения, изготовленные из досок. Вода в полость дрены поступает через стыки между досками или специальные отверстия, прорезанные в боковых досках.

В последнее время получили распространение трубы из полимерных материалов (пласт-

масс) (рис. 24). Их изготавливают из полиэтилена высокой плотности (ПВП), низкой (ПНП) и поливинилхлорида (ПВХ). Пластмассовые трубы в 7—10 раз легче керамических, их длина практически равна необходимой длине дрен.

Полиэтиленовые трубы устойчивы к воздействию органических жидкостей, оснований, солей и минеральных кислот. Трубы из полиэтилена высокой плотности более прочные, но менее эластичные, чем из полиэтилена низкой плотности. Трубы из поливинилхлорида (винипласта) обладают высокой прочностью и химической стойкостью, но при отрицательных температурах становятся хрупкими.

Дренажные гофрированные трубы из полиэтилена высокой плотности изготавливают в соответствии с техническими условиями ТУ 6-19-224—83 (табл. 3).

На объекты мелиоративного строительства пластмассовые гофрированные трубы поступают свернутыми в бухты. Масса бухты труб диаметром 63 мм составляет 50—60 кг, длина труб в бухте достигает 200—350 м. Трубы в бухту наматывают плотными упорядоченными витками для удобства их транспортировки и свободного сматывания при укладке в дрену. Отрезки труб соединяются муфтами из гофрированного полиэтилена. На заводе-изготовителе бухты пластмассовых труб перевязываются текстильной лентой, шпагатом или другим материалом, не повреждающим трубу.

Во впадинах гофр пластмассовых труб расположены водоприемные отверстия, которые называют перфо-

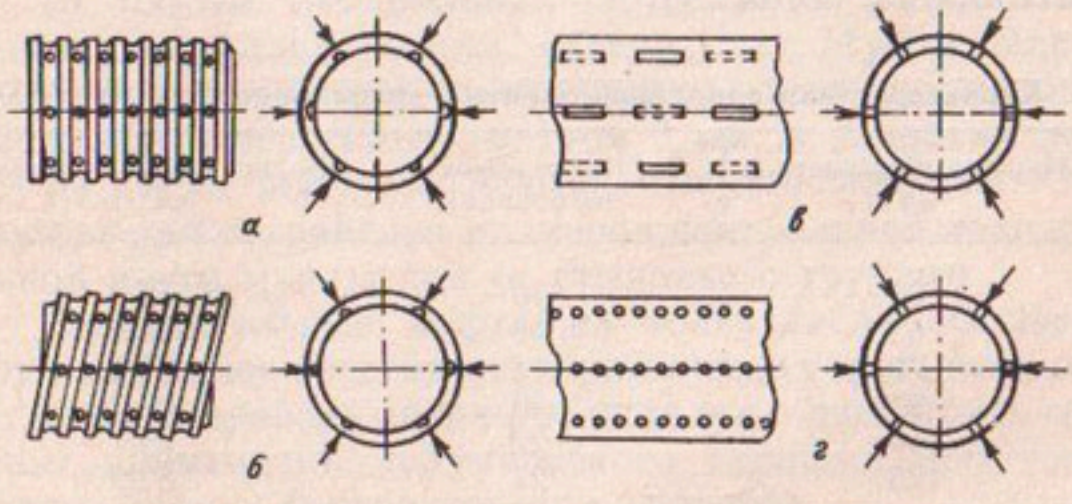


Рис. 24. Пластмассовые дренажные трубы:
а — с кольцевыми гофрами; *б* — с винтовыми; *в*, *г* — гладкостенные

3. Техническая характеристика дренажных гофрированных труб из ПВП

Наружный диаметр, мм	Глубина укладки, м, до	Толщина стенки, мм	Размеры профиля гофра, мм			Диаметр водоприемных отверстий, мм	Водоприемная площадь, $см^2/м$
			Шаг	Высота	Ширина впадины		
50	2,0	0,8	10,0	3,6	4,3	3,0	14
63	2,0	0,9	11,0	4,3	5,0	3,5	17
75	2,0	0,9	13,75	4,9	6,0	4,0	18
90	2,5	0,9	16,0	6,4	6,0	4,0	23
110	2,5	0,9	19,5	7,8	6,0	4,0	19
125	2,5	1,0	22,0	8,9	6,0	4,0	17
90	5,0	1,4	16,0	6,9	6,0	4,0	23
110	5,0	1,5	19,5	8,4	6,0	4,0	19
125	5,0	1,9	22,0	9,8	6,0	4,0	17

рацией. Трубы диаметром 50 мм имеют перфорацию 3,0 мм, диаметром 63 мм — 3,5 мм.

Пластмассовые трубы испытывают на заводе на прочность и деформацию (изменение диаметра). По результатам испытаний устанавливают допустимую глубину укладки дренажа. Трубы диаметром 50, 63 и 75 мм используют для устройства регулирующих дрен глубиной до 2 м, трубы диаметром 90 мм и более — для устройства коллекторов глубиной 2,5—5,0 м.

Кроме цельнотянутых гофрированных труб с перфорацией для укладки дренажа могут использоваться гибкие витые (спирально-навитые) трубы из поливинилхлорида (табл. 4).

4. Характеристика спирально-навитых дренажных труб из ПВХ *

Наружный диаметр, мм	Число рядов перфораций	Водоприемная площадь, $см^2/м$
50	10	19,2
63	13	54,9
75	17	65,3
90	20	67,2
110	22	69,7
125	27	82,9

* Размеры отверстий на трубах: ширина — 0,6 мм, длина — 4,0 мм, шаг — 15 мм.

Эти трубы изготавливают из профилированной полосы поливинилхлорида методом спиральной навивки. Транспортируются витые трубы в отрезках, связанных в пакеты, либо навитыми на специальные барабаны.

Дренажные трубы доставляют на объект и хранят на приобъектном складе в заводской упаковке. При этом их необходимо предохранять от механических повреждений, ударов. Нельзя складывать пластмассовые трубы вблизи открытого огня и на площадках под прямым воздействием солнечных лучей, так как пластмассы подвержены температурному расширению.

При хранении бухты с пластмассовыми трубами их устанавливают на деревянные настилы в закрытых помещениях или под навесом. При кратковременном хранении бухты закрывают брезентом, соломой или другим материалом.

Для устройства дренажа, кроме труб, используют специальную арматуру: соединительные муфты, тройники, переходники, концевые заглушки, угольники, устья (рис. 25).

Соединительные муфты (втулки) служат для стыковки керамических труб. Муфты марки ВСЦ-07 изготавливают из полиэтилена по техническим условиям ТУ 33-33—80. Муфты имеют цилиндрическую форму, состоят из центральной части с водоприемными отверстиями и концевых патрубков. При укладке дренажа концевые патрубки муфт входят во внутренние части соединяемых труб, а их центральная часть служит для приема воды в дрену. Размеры патрубков соответствуют внутреннему диаметру керамических труб: 50, 75, 100 мм. Центральная часть муфты должна быть защищена фильтрующим материалом. Муфты марки ВСМ-1 в центральной части корпуса имеют шесть водоприемных отверстий диаметром 8 мм, а концевые раструбы имеют выступы, называемые фиксаторами. Они служат для сохранения размеров центральной водоприемной части муфты при ее стыковке с трубами.

Соединительные муфты из полиэтилена обеспечивают надежное соединение керамических труб, позволяют механизировать операцию укладки и расширить границы применения керамического дренажа при узкотраншейном и бестраншейном способах.

Тройники используются для соединения дрен с коллектором. По конструкции различают тройники

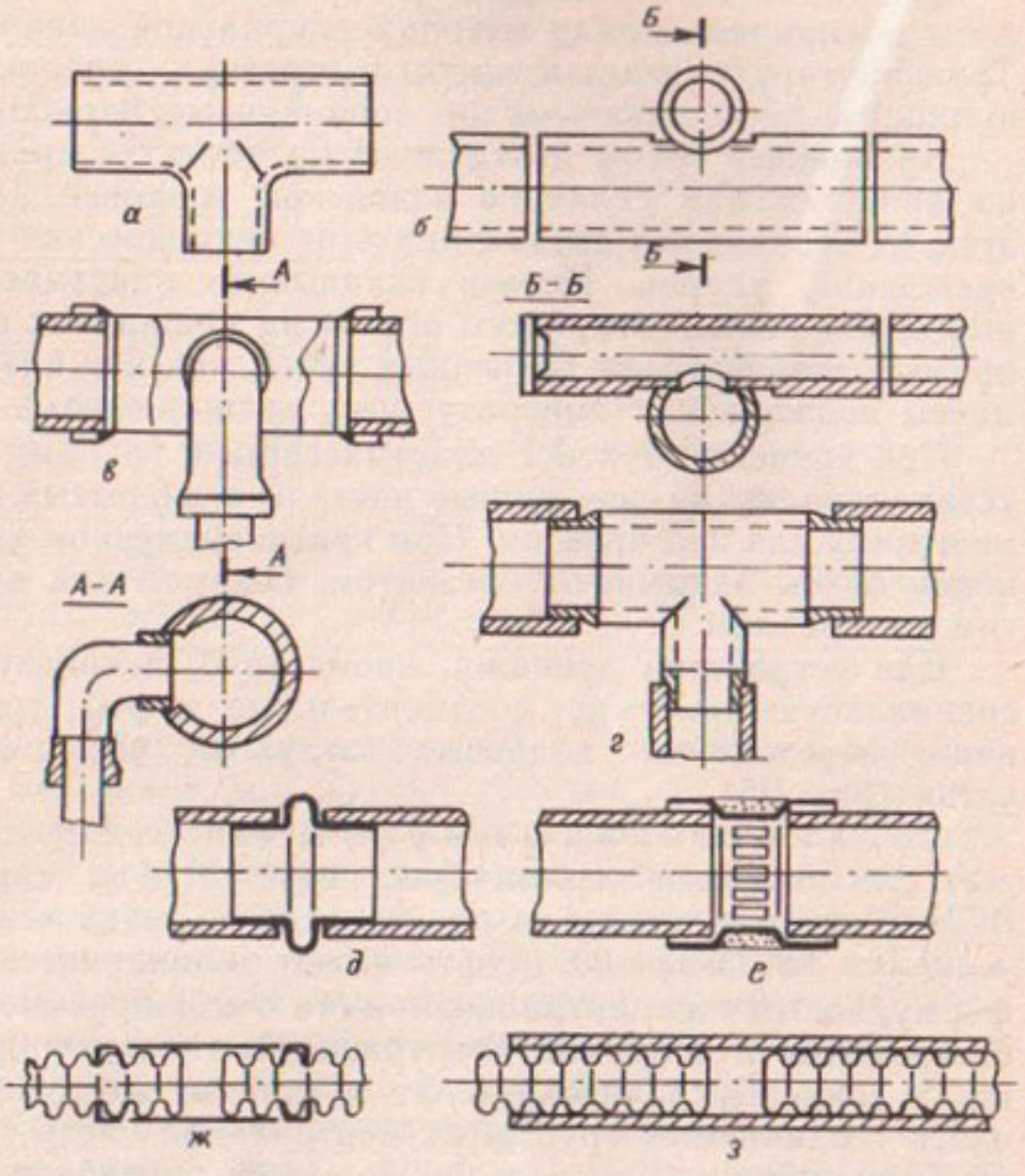


Рис. 25. Дренажная арматура:

а — тройник керамический; *б* — соединение с помощью керамической трубы; *в* — тройник пластмассовый наружный; *г* — тройник пластмассовый внутренний; *д*, *е* — соединительные муфты (внутренняя и наружная); *ж*, *з* — соединение пластмассовых труб (керамической и пластмассовой трубами)

цельные и сборные, по используемому материалу для их изготовления — на полиэтиленовые или керамические.

Переходники служат для соединения труб различных диаметров. По конструкции они аналогичны соединительным муфтам, но отличаются различными диаметрами входных патрубков и отсутствием отверстий в центральной части. Переходники используют при укладке коллекторов большой протяженности.

Концевые заглушки для керамического дренажа применяют для оформления конца дрены. При укладке дренажной линии в траншею последнюю в дрене керамическую трубу закрывают концевой заглушкой, изготовленной из пластмассы или керамики. Внутренний диаметр заглушки соответствует наружному диаметру трубы.

При резких поворотах дренажной линии используют угольники из полиэтилена высокой или низкой плотности. Внутренний диаметр их должен соответствовать наружному диаметру сопрягаемых труб.

§ 11. Защитно-фильтрующие материалы

При эксплуатации керамического дренажа вода в полость дрены поступает через зазоры между трубами, пластмассового — через перфорационные отверстия. Для защиты зазоров и отверстий от заиления и с целью повышения водоприемной способности дренажа применяют защитно-фильтрующие материалы (ЗФМ). В зависимости от типа дренажных труб фильтрующими материалами защищают либо часть дренажного трубопровода (зазоры в стыках керамических труб), либо всю трубу (пластмассовые трубы с перфорацией).

Защитно-фильтрующие материалы подразделяются на *естественные* и *искусственные*. К естественным ЗФМ относят мох, торфяную крошку, дерн, солому, гравий и песчано-гравийную смесь; к искусственным — стеклохолст, полиэтилен-холст, синтетический клееный нетканый материал, иглопробивное нетканое полотно и другие синтетические рулонные ЗФМ.

В мелиоративной практике используют преимущественно искусственные рулонные защитно-фильтрующие материалы: стеклохолст, иглопробивное полотно, нетканые холсты и клееные материалы.

Стеклохолсты марок ВВ-Г, ВВ-К, ВВ-Т, ВВ-М, ВВ-АМ эффективны при траншейном способе строительства дренажа (табл. 5).

Стеклохолсты характеризуются беспорядочным переплетением стеклянных волокон, что обусловливает невысокую прочность и расслаивание, затрудняющее их применение при механизированной укладке. Для мелиоративного строительства предназначен специальный стеклохолст ВВ-М, изготавливаемый в рулонах различ-

5. Характеристика рулонных стеклохолстов

Показатели	Единица измерения	Холсты стекловолокнистые				
		ВВ-Г	ВВ-К	ВВ-Т	ВВ-М	ВВ-АМ
Толщина	мм	0,4	0,6	0,5—0,8	1,25	0,6—0,9
Ширина	мм	400	960	1500	150—500	150—500
Длина	м	100—200	170	50—100	105	200
Диаметр волокна	мкм	15	18	18	19,5	15,3
Коэффициент фильтрации	10^{-4} м/с	12,5	8,3	9,7	6,4	12,5

ной ширины. Толщина материала составляет 0,4—1,25 мм. Прочность на разрыв полоски шириной 5 см равна 100 Н (10 кг). Такой стеклохолст рекомендуется для использования в любых минеральных грунтах, не содержащих большого количества железистых соединений. Стеклохолст не только предохраняет дренажный трубопровод от механического заиления, но и увеличивает водоприемную способность дренажа. Применяют стеклохолст в виде одной или двух (подстилающей и покровной) лент, которыми при укладке пластмассового дренажа вкруговую обертывают трубы. Полосками из стеклохолста обертывают стыки керамических труб.

Стеклохолст ВВ-АМ отличается от ВВ-М более высокой прочностью за счет армирования материала капроновыми или нейлоновыми нитями по всей длине. Стеклохолст ВВ-АМ используют при механизированной укладке дренажа траншейным и бестраншейным способами.

Более высокой прочностью, чем стеклохолст, обладают защитно-фильтрующие материалы типа нетканого иглопробивного полотна. К таким материалам относится полотно нетканое специальное иглопробивное защитно-изолирующее (СИЗИ), полотно нетканое иглопробивное (ИП), полотно нетканое клееное мелиоративное (НКМ), полотно нетканое мелиоративное каркасное (НМК).

К наиболее прочным полотнам относятся мелиоративные: нетканое клееное и каркасное (табл. 6).

Полотно клееное создано на основе полиакрилнитрильных волокон (сырье) и каучуковых латексов.

6. Характеристика рулонных защитно-фильтрующих материалов

Показатели	Единица измерения	Полотно				ПЭ-холст
		СИЗИ	ИП	НКМ	НМК	
Толщина	мм	4,31	1,03	0,84	1,18	1,50
Ширина	мм	До 1600	150—500	150—500	150—500	150—500
Длина	м	50	80	117	100	110
Диаметр волокна	мм	19,5	26,1	19,5	26,7	48,9
Коэффициент фильтрации	10^{-4} м/с	6,2	7,8	6,9	8,6	7,3

Полотно нетканое мелиоративное каркасное имеет более высокую прочность за счет введения каркасного слоя — полиэтиленовой сетки.

К наиболее прочным ЗФМ относится полиэтилен-холст, представляющий собой нетканый рулонный фильтрующий материал на основе стеклохолста. По прочности он почти в 5 раз превосходит применяемые в настоящее время стеклохолсты. Он рекомендуется для механизированной защиты дрен от заиления.

Все стекловолокнистые и нетканые материалы имеют высокую прочность, стойкость к воздействию химических веществ, антикоррозийные свойства, обеспечивают механизацию операции защиты дренажа от заиления, поэтому использование их в мелиоративном строительстве эффективно и перспективно. Особенно перспективными являются пластмассовые трубы с покрытием из защитно-фильтрующих материалов. Нанесение защитного покрытия на трубу производится при ее изготовлении. Толщина фильтра-оболочки составляет 0,6—1 мм.

Кроме сплошного покрытия пластмассовой трубы, разрабатываются варианты защиты только впадин гофр стекловолокнистыми материалами в виде нитей. Этот способ позволит защищать отверстия, которые расположены во впадинах гофр, и более экономно расходовать защитно-фильтрующие материалы.

§ 12. Песчано-гравийные фильтры

Для обеспечения работоспособности закрытого дренажа большое значение имеет засыпка дренажной

траншеи. В соответствии с «Руководством по проектированию дренажа» и «Инструкцией по строительству закрытого горизонтального дренажа при осушении земель сельскохозяйственного назначения» дренажный трубопровод присыпают гумусовым (гумусированным) слоем грунта на высоту 0,2 м от дна траншеи. Окончательную засыпку производят грунтом, вынутым при разработке траншеи. Засыпка дренажной траншеи или щели должна иметь хорошую водопроницаемость, высокую фильтрационную способность.

В грунтах легкого механического состава (песках, супесях) засыпка вынутым грунтом обеспечивает достаточную водопроницаемость слоя грунта над дренажным трубопроводом. В глинистых и суглинистых грунтах фильтрационная способность дренажной засыпки низкая, водопроницаемость ее практически равна водопроницаемости подпахотного слоя. Использование гумуса в качестве засыпки дренажных траншей на всю их глубину снижает плодородие почв, но придает им высокие фильтрационные свойства.

Высокой фильтрационной способностью обладает песок, гравий, щебень и песчано-гравийные фильтры — смесь крупнозернистого песка, гравия, щебня и других сыпучих, хорошо фильтрующих, водопроницаемых неразлагающихся материалов.

В зависимости от размеров водоприемных отверстий дрены и типов осушаемых грунтов устанавливается гранулометрический состав объемных сыпучих фильтров, т. е. их количественное соотношение в общем объеме засыпки. Диаметр частиц защитного материала должен составлять не менее 60 % от размера зазоров в стыках или отверстий в трубах: $Д_з = 0{,}6\Delta$, где $Д_з$ — размер гранул защитного материала; Δ — зазор в стыках керамических труб или диаметр отверстий пластмассовых.

Засыпка песчано-гравийными фильтрами выполняется по всей длине траншеи либо колонками с шагом 4—6 м и более. Высота засыпки зависит от состава грунта дренируемого объекта и может быть принята равной 0,2—0,4 м, либо до подошвы пахотного горизонта высотой 0,8—1,0 м.

Песчано-гравийные фильтры применяют в том случае, когда карьеры расположены от объекта мелиорации на расстоянии не более 5—10 км. В отдельных

случаях при укладке дренажа в тяжелых грунтах допускается расположение карьеров на расстоянии 15 км и более.

Кроме засыпки дренажной траншеи на полную или частичную высоту, песчано-гравийный фильтр из крупнозернистого песка, гравия и щебня используют вместо защитных материалов. В этом случае дренажные трубопроводы не защищают стеклохолстом или иглопробивным нетканым полотном, а плотно укладывают на песчано-гравийное основание. Фильтр засыпают сверху и вокруг.

Фильтр укладывают одновременно с трубами. Для этого дреноукладчики ЭТЦ-202А, МД-4 дооборудуют бункерами, из которых песчано-гравийная смесь свободно высыпается на дно траншеи и уложенный трубопровод. Высота засыпки регулируется заслонками, устанавливаемыми в бункере. Расход материала составляет 0,1—0,15 $м^3$ на 1 м дрены при работе экскаватора ЭТЦ-202А и менее 0,1 $м^3$ — при работе дреноукладчика МД-4. Наиболее эффективно использование песчано-гравийной смеси при узкотраншейном способе строительства дренажа. За счет узкой траншеи уменьшается расход материала по сравнению с широкой траншеей, разрабатываемой экскаватором-дреноукладчиком ЭТЦ-202А, открытая траншея обеспечивает контроль качества засыпки, ее равномерность и высоту. В устойчивых минеральных грунтах дренажный трубопровод защищают песчано-гравийным фильтром и после укладки труб на дно траншеи. Для этого используют тележки на гусеничном и колесном ходу, имеющие бункер и поперечный транспортер. При движении тележки вдоль траншеи гравий из бункера поступает на транспортер и ссыпается на дно траншеи и дренажный трубопровод.

Особенно эффективно использование песчано-гравийных фильтров при укладке дренажа зимой. В зимних условиях при глубине промерзания грунта 30—50 см и более засыпка дренажного трубопровода гумусированным грунтом невозможна. Для подсыпки в местах соединений трубопроводов и первичной присыпки и засыпки дренажа используют привозной сыпучий материал: гравий, гравийно-песчаную смесь, крупнозернистый песок, торф со степенью разложения не выше 40—45 %.

§ 13. Организация доставки труб и дренажной арматуры

В процессе строительства коллекторно-дренажной сети транспортирование труб, арматуры и защитно-фильтрующих материалов производится в 2 или 3 этапа: от завода-изготовителя до склада ПМК; от склада ПМК до приобъектного склада; от приобъектного склада к трассам дрен и коллекторов. В некоторых случаях трубы доставляют сразу от склада ПМК к трассам коллекторно-дренажной сети.

С завода-изготовителя керамические трубы отправляют автомобильным или железнодорожным транспортом. Тарифная стоимость перевозок по железной дороге в 2—10 раз меньше, чем автотранспортом. Трубы диаметром до 100 мм перевозят только в контейнерах, свыше 100 мм — в контейнерах или без них (навалом). При транспортировании труб в контейнерах бой снижается до 1,5—3 % вместо 7—10 % при перевозке навалом.

Применяют контейнеры прямоугольной и трапециевидной формы, однорядные и двухрядные (табл. 7).

7. Контейнеры и пакеты для транспортирования керамических дренажных труб

Характеристика	Габариты, м	Вместимость труб (∅ 50 мм), шт.	Масса, кг
Контейнеры:			
прямоугольный, деревянно-металлический	1,9×1,1×1,0	1000	125
прямоугольный, деревянный, двухрядный	1,36×0,7×1,17	500	40
прямоугольный, деревянный	1,01×0,68×0,92	200	30
трапециевидный, металлический, однорядный	1,6×1,27×1,2	450	55
прямоугольный, металлический, на лыже	—	500	65
шестигранный, двухрядный	1,25×1,15×0,7	340	3
Пакеты:			
прямоугольный, разборный, из металлических прутков	—	40	3
прямоугольный, деревянно-металлический	—	1000	100

Наиболее эффективны разборные контейнеры, складывающиеся после разгрузки труб. Такие контейнеры изготавливают из металлических прутков, масса их составляет 3—5 кг. Они удобны при транспортировке труб, надежны при погрузке, легко снимаются при разгрузке (рис. 26).

Лучшими являются контейнеры многократного использования.

Широкое распространение получили контейнеры трапециевидной формы, конструкция которых повторяет очертания штабеля труб, сложенного в один ряд. Контейнер состоит из двух сварных рам, скрепляемых цепями. После доставки контейнера на приобъектный склад с него снимают скрепляющие цепи и освобождают рамы, при этом штабель труб сохраняет устойчивую трапециедальную форму.

Эффективны контейнеры, которые можно загружать либо на платформу экскаватора-дреноукладчика, либо на лыжу, соединенную тросом с экскаватором. Конструкция такого контейнера выполнена в виде лыжи (днища) со складывающимися решетчатыми стенками. Экскаватор-дреноукладчик может транспортировать несколько контейнеров, при этом трубы подаются в спускной лоток непосредственно из контейнера.

Кроме контейнеров, широкое распространение получили шестигранные и прямоугольные пакеты, которые

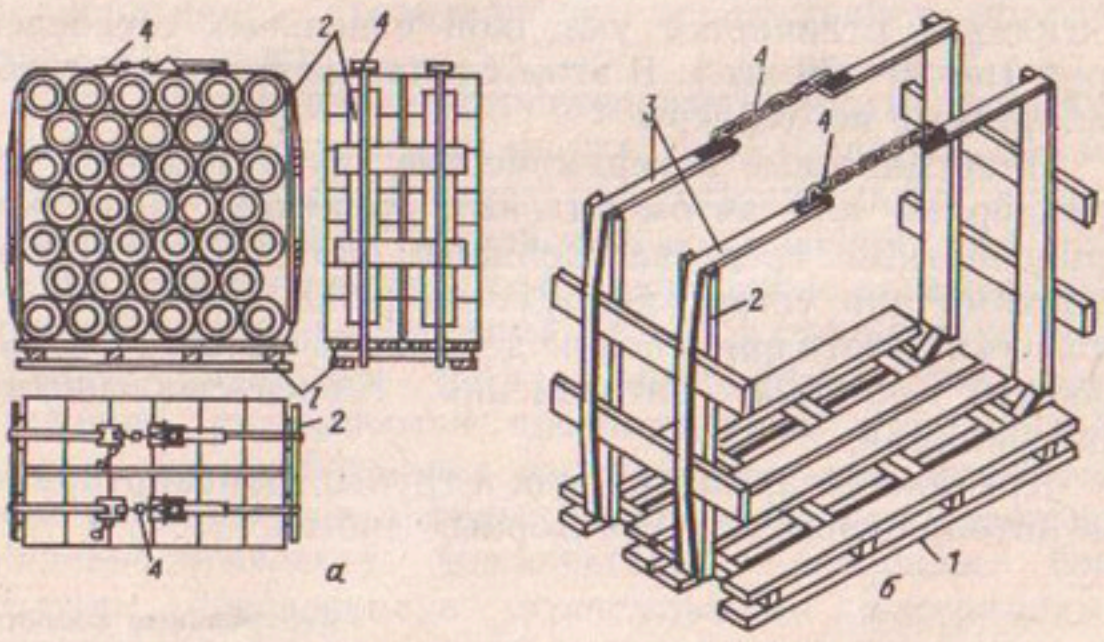


Рис. 26. Контейнеры для перевозки керамических труб:

а — с трубами; *б* — без труб; *1* — поддон; *2* — деревянные крестовины; *3* — стяжки; *4* — цепь

имеют преимущества перед контейнерами: они не требуют затрат на ремонт и возврат тары, стоимость пакета в 2—4 раза ниже.

Для повышения производительности труда при доставке труб разработан нормокомплект, в состав которого входят металлические складные пакеты вместимостью 300 труб диаметром по 50 мм, пакеты деревянно-металлические, разборные с откидными поддонами вместимостью 300 и 1000 труб. Конструкцией пакетов предусмотрена механизированная разгрузка труб на деревянный поддон сразу же после доставки их на склад (ПМК или приобъектный).

Погрузоразгрузочные работы по доставке труб в контейнерах и пакетах выполняются автокранами (на колесном или гусеничном ходу), автопогрузчиками, либо другими подъемными средствами.

На объекте дренажные трубы складывают в штабеля. Приобъектный склад размещают так, чтобы радиус развозки не превышал 1,5—2 км. Развозку труб по трассам дрен производит специальное звено, состоящее из тракториста и двух рабочих. Рабочие грузят трубы на металлический лист (пена), который прицеплен к трактору, развозят и раскладывают их по трассам коллекторно-дренажной сети.

Развозка труб по трассам выполняется различными способами: линейная раскладка труб вручную вдоль трассы во время движения пены с трубами; точечная раскладка отличается укладкой отдельных штабелей труб (по 20—30 шт.). В этом случае используют малогабаритные контейнеры.

Пластмассовые и керамические трубы развозят на тракторных или автомобильных прицепах. При этом транспортные средства должны быть оборудованы стойками для установки бухт на ребро, либо для их подвески. Борта прицепов не должны иметь островыступающих деталей, загрязнений горюче-смазочными материалами.

Дренажную арматуру, как и трубы, транспортируют на автоприцепах или тракторных листах.

Контрольные вопросы

1. Какие трубы применяют для строительства дренажа?
2. Какими характеристиками отличаются керамические трубы от пластмассовых?

3. Как защищают от заиления дренажный трубопровод?
4. Какие защитно-фильтрующие материалы рекомендуются для механизированной укладки?
5. Что такое гравийно-песчаная смесь?
6. Как транспортируют на объект дренажные трубы?
7. Какие приспособления используют для доставки керамических труб?

ГЛАВА 4

ОСНОВЫ ОРГАНИЗАЦИИ СТРОИТЕЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВА

§ 14. Структура мелиоративных организаций

Водохозяйственное строительство, в том числе и мелиоративное, является отраслью капитального строительства.

Руководит водохозяйственным строительством Министерство мелиорации и водного хозяйства СССР, в союзных республиках — республиканские министерства. В регионах, где проводятся значительные мелиоративные работы, создаются территориальные главки, которые подчиняются союзному министерству. Так, в Нечерноземной зоне РСФСР этими работами руководит Главнечерноземводстрой. В каждой области, крае мелиоративное строительство осуществляет объединение или трест.

Все мелиоративно-строительные работы (очистка земель от деревьев, кустарника, пней и камней, планировка, рыхление, строительство осушительных и оросительных систем, устройство сооружений для осушения или орошения и т. п.) выполняют передвижные механизированные колонны (ПМК) и строительно-монтажные управления (СМУ). Кроме ПМК и СМУ, объединениям подчиняются промышленные предприятия: заводы железобетонных изделий, ремонтно-механические мастерские и заводы, управления производственно-технологической комплектации, автобазы. Они должны обеспечивать строительными материалами мелиоративно-строительные организации.

Финансирование строительства, технический надзор, контроль за качеством и сроками ввода мелиорируемых

объектов в эксплуатацию осуществляет дирекция строящихся водохозяйственных объектов.

Организацию, ведущую мелиоративное строительство, возглавляют директор (управляющий) и два заместителя. Первый заместитель директора — главный инженер занимается вопросами строительства и внедрения новой техники. Заместитель директора по материально-техническому снабжению решает хозяйственные вопросы.

Директору непосредственно подчиняются отделы: кадров, плановый, труда и заработной платы, снабжения, сбыта и бухгалтерия; главному инженеру — технический, производственный, а также отдел главного механика.

Плановый отдел разрабатывает перспективные и текущие планы по объединению, ПМК или СМУ и участкам и следит за их выполнением.

Отдел труда и заработной платы внедряет наиболее совершенные формы организации труда и системы его оплаты, руководит нормированием и разрабатывает мероприятия по повышению производительности труда.

Технический и производственный отделы разрабатывают и внедряют новые технологические процессы и передовые методы организации труда, руководят рационализацией и изобретательством, а также охраной труда.

Отдел главного механика организует эксплуатацию машин и оборудования, совершенствует механизацию строительства.

Основными производственными подразделениями каждой водохозяйственной организации являются участки, выполняющие строительно-монтажные работы. Организуются участки согласно типовым структурам и штатным нормативам Минводхоза СССР. Как правило, участки специализируются на выполнении определенных видов работ или на производстве работ однотипными машинами. Наиболее широко распространенной формой организации работ является участок, руководимый прорабом, который создается при объеме подрядных работ по годовому плану 500—750 тыс. р. или при наличии в штате 40—55 человек. На таком участке прорабу подчинены 2—3 мастера, нормировщик, техник-геодезист. В ПМК они создаются при боль-

шой разбросанности объектов мелиоративного строительства.

В крупных ПМК создаются производственные участки старшего производителя работ (начальник участка) с объемом работ по годовому плану 750—1300 тыс. р. или при наличии в штате 60—80 рабочих.

Старшему прорабу подчинены 2—3 мастера, нормировщик, техник-геодезист. Если объем подрядных работ на участке старшего прораба превышает 1,3 млн р., может вводиться дополнительно должность прораба, а при объеме подрядных работ свыше 1,7 млн р. — вторая должность производителя работ с соответствующим количеством подчиненных ему мастеров и техников.

Низшей организационной формой управления производством является мастерский участок, который создается при объеме подрядных работ по годовому плану 260—500 тыс. р. или при штате рабочих 25—40 человек. Эти участки формируют в основном на объектах коренного улучшения земель, не требующих осушения. Руководителем назначают опытного инженерно-технического работника, способного самостоятельно управлять производственной деятельностью участка. Мастер участка руководит производством работ и отвечает за строительство объекта. В его обязанности входит своевременная выдача производственных заданий рабочим и подготовка документации, эффективное использование техники, экономное расходование строительных материалов, обеспечение высокого качества строительных и монтажных работ с соблюдением правил охраны труда и пожарной безопасности.

В обязанности участкового механика (одного на 20—25 строительных машин: экскаваторов, бульдозеров, скреперов, тракторов, автогрейдеров или на 2—3 прорабских участка) входят проверка состояния машин и оборудования, закрепленных за участком, и выполнения правил их эксплуатации, организации технического обслуживания и ремонта машин, контроль за соблюдением правил техники безопасности.

§ 15. Финансирование и оплата труда

Финансирование — это планомерное предоставление и расходование денежных средств (финансов) на выполнение работ.

Источником финансирования мелиоративно-строительных работ являются капитальные вложения из государственного бюджета. Финансирование осуществляется местными учреждениями Государственного банка в соответствии с годовыми планами в пределах смет, утвержденных для данного объекта. Сметой называют документ, определяющий затраты на строительство. Для открытия финансирования в Госбанк представляются следующие документы:

план капитальных мелиоративно-строительных работ;

годовой лимит финансирования;

утвержденные поименные и внутрипостроечные титульные списки на переходящие и вновь начинаемые объекты;

справка об утверждении проектной документации и копии утвержденных сметно-финансовых расчетов.

Лимитом финансирования называется максимальная сумма денежных средств, выделяемая на строительство.

В поименном титульном списке указывается наименование и месторасположение объектов, их проектная мощность, срок начала строительства и ввода объектов в действие, размер финансирования и вводимые мощности по годам. Внутрипостроечный титульный список составляют на текущий год на основе поименного титульного списка и сводного сметно-финансового расчета. В этом списке указывают размеры финансирования и сроки завершения по каждому планируемому объекту или виду работ.

Для производства и финансирования работ составляется подрядный договор между заказчиком — дирекцией строящихся водохозяйственных объектов и подрядной организацией — ПМК, СМУ, который заключается на основании утвержденного плана, обязательного для заказчика и для подрядчика.

Заказчик обеспечивает своевременное утверждение проектов, смет и оформление всех необходимых документов. При подписании договора он обязан передать подрядной организации одностадийный проект (проектное задание со сметно-финансовыми обоснованиями), а не позднее чем за 4 месяца до начала работ — рабочие чертежи систем и сооружений и сметы к ним. Кроме того, в обязанности заказчика входит проверка рабочих чертежей, выполненных проектной

организацией, и передача их подрядчику. Заказчик осуществляет постоянный технический надзор за соблюдением установленных сроков и качеством работ, принимает построенные объекты в эксплуатацию.

Все принятые заказчиком от подрядчика работы оформляются соответствующими актами. Подрядчик обязан обеспечить высокое качество строительства и своевременный ввод в действие объектов в соответствии с установленными договором сроками.

Все дефекты, выявленные в течение гарантийного срока после сдачи объекта в эксплуатацию, подрядчик обязан устранить.

Взаимоотношения между заказчиком и подрядчиком регулируются «Правилами о подрядных договорах по строительству».

Расчеты за выполненные работы между заказчиком и подрядчиком производятся:

по объектам стоимостью свыше 10 тыс. р. с нормативным сроком строительства более 6 мес на основании актов приемки, составляемых каждый квартал. В течение квартала могут производиться промежуточные расчеты. К промежуточному (месячному) счету прилагается справка о стоимости выполненных за месяц работ, подписанная заказчиком и подрядчиком;

по объектам стоимостью свыше 10 тыс. р. со сроками строительства до 6 мес после окончания всех работ. До окончательного расчета оплачиваются промежуточные (месячные) счета с приложением справки, но не более 90 % сметной стоимости объекта;

по объектам стоимостью до 10 тыс. р. — на основании актов приемки только после завершения всех работ. Промежуточные расчеты по этим объектам не производятся.

Все возникающие во время строительства дополнительные и непредвиденные работы оформляются актами заказчика и подрядчика с участием проектной организации. Заказчик выдает подрядчику заказ на выполнение таких работ с указанием их объема, сметной стоимости и источника финансирования. Финансирование осуществляют по утвержденной смете. Если же сметная стоимость объекта полностью исчерпана, то заказчик дополняет ее и утверждает в установленном порядке проектно-сметную документацию с учетом выявленных дополнительных и непредвиденных работ.

Чаще всего дополнительные работы оплачиваются при восстановлении дренажа. Стоимость их устанавливают в составе сводной сметы, а оплачивают по фактическому объему в пределах установленного лимита. Если он исчерпан, финансирование ведется по статье «Непредвиденные расходы» или за счет экономии, образовавшейся по другим объектам и работам. Если и этих средств окажется недостаточно, сметная стоимость объекта утверждается заново.

Оплата труда рабочих и служащих мелиоративно-строительных организаций производится по государственной тарифной системе и должностным окладам. В основе оплаты труда лежит социалистический принцип распределения по количеству и качеству выполненных работ. Этот принцип находит свое выражение в тарифной системе. При помощи тарифной системы осуществляются регулирование уровня заработной платы в зависимости от профессии и квалификации рабочего, характера и условий труда, отрасли народного хозяйства.

Тарифная система включает тарифную сетку и тарифные ставки.

Тарифной сеткой называется шкала квалификационных (тарифных) разрядов и соответствующих им тарифных коэффициентов. Применяется тарифная сетка для оплаты труда рабочих в зависимости от уровня их квалификации. В большинстве отраслей тарифная сетка состоит из шести разрядов. Тарифные коэффициенты или коэффициенты квалификации определяют, во сколько раз тарифная ставка данного разряда больше ставки первого разряда. Квалификация рабочего характеризуется знаниями, производственными навыками, степенью сложности выполняемых работ. Определение квалификации производят в соответствии с тарифно-квалификационным справочником работ и профессий, который содержит производственные характеристики выполняемых на предприятии работ по их сложности и требования, предъявляемые к рабочим каждого разряда.

Тарифной ставкой называют размер оплаты труда в единицу рабочего времени (день, час, месяц).

Присвоение рабочему разряда или его повышение производится на основании представления квалификационной комиссии. Состав квалификационной комис-

сии и ее протоколы о результатах экзаменов утверждаются приказом начальника (руководителя) организации.

Принцип распределения по труду требует точного учета количества и качества труда, затраченного каждым рабочим. В процессе производства выполняется большое количество разнообразных работ, различных по затратам труда. Для оплаты труда установлены нормы затрат труда на все виды работ.

Затраты труда выражаются количеством произведенной продукции или рабочим временем. В зависимости от этого устанавливаются нормы времени и выработки.

Нормой времени называется количество времени, необходимое для выполнения единицы работы или производства единицы продукции одним рабочим или группой.

Нормой выработки называется количество изделий (работ), которое рабочий должен изготовить в течение определенного промежутка времени (в час, смену и др.). Она обычно устанавливается в натуральном выражении: в тоннах, штуках, метрах и др.

Норма выработки ($Н_{выр}$) — величина, обратно пропорциональная норме времени ($Н_{вр}$) $\cdot Н_{выр} = Т/Н_{вр}$, где Т — продолжительность рабочей смены.

Единые нормы и расценки на строительные работы (ЕНИР) утверждаются Госстроем и Государственным комитетом СССР по труду и социальным вопросам. Существуют, кроме того, ведомственные и местные нормы и расценки (ВНиР).

Система оплаты — это разновидность форм оплаты труда, которые обеспечивают правильное соизмерение заработной платы с количеством и качеством труда. Система оплаты труда рабочих мелиоративно-строительных организаций постоянно совершенствуется.

Различают прямую, сдельно-премиальную, сдельно-прогрессивную и коллективную формы оплаты труда.

Различают прямую, сдельно-премиальную, сдельно-прогрессивную, а также коллективную форму оплаты труда.

Повременной оплатой труда называется форма оплаты в зависимости от отработанного времени. Зарплата начисляется умножением тарифной ставки

присвоенного разряда на фактически отработанное время.

При повременно-премиальной форме оплаты труда к тарифной зарплате добавляется премия за достижение количественных и качественных показателей плана.

Сдельной называется форма оплаты труда, при которой размер заработной платы зависит от количества изготовленной продукции или от объема выполненной работы. Сдельная форма оплаты труда применяется при наличии обоснованных норм выработки и достоверного учета результатов труда.

Сдельно-премиальная оплата труда учитывает зарплату по прямым расценкам и премии за выполнение и перевыполнение количественных и качественных показателей.

При сдельно-прогрессивной оплате труда работа в пределах нормы оплачивается по обычным расценкам, а сверх нормы — по повышенным (прогрессивным).

Коллективная сдельная оплата труда учитывает конечный результат работы коллектива (бригады) в целом. Применяется при невозможности или нецелесообразности оценки результатов работы каждого работника в отдельности. Например, при строительстве закрытого дренажа, устройстве сооружений на осушительных системах.

Одной из форм сдельной оплаты труда является аккордная. При аккордной оплате зарплата начисляется коллективу или отдельному работнику за выполнение всего заранее заданного объема работ по прямым расценкам с начислением премий за улучшение качества работ и сокращение сроков.

§ 16. Хозрасчет и коллективный подряд в мелиоративном строительстве

Коллективный подряд является частью общей системы хозяйственного расчета (хозрасчета) организации, бригадный — частным случаем коллективного.

Хозрасчет — метод планового ведения хозяйства социалистических предприятий, основанный на сочетании централизованного управления производством с хозяйственной самостоятельностью организаций.

В условиях планирования и экономического стимулирования социалистического хозяйства определяются основные направления хозрасчета:

расширение прав организаций в области планирования, финансирования, материально-технического снабжения, труда и заработной платы; системы (формы) оплаты труда.

Сущность коллективного подряда состоит в том, что трудовые коллективы переводятся на внутрихозяйственный расчет, получают оперативно-хозяйственную самостоятельность в вопросах выполнения производственных заданий. Заработная плата коллектива в этом случае зависит от объема выполненных работ с учетом затрат на их выполнение. В основу оценки деятельности трудового коллектива ставится количество и качество выполненных объемов работ. При этом предусматривается развитие внутрихозяйственного хозрасчета на основе научной организации труда и расширения участия коллективов рабочих в управлении производством. Целью коллективного (бригадного) подряда является повышение производительности труда, ускорение ввода объектов в эксплуатацию с высоким качеством и наименьшими затратами.

При коллективном подряде фактические затраты на производство работ сопоставляются с плановыми и делается соответствующий перерасчет. Зарплата всего коллектива (бригады, отряда, звена) распределяется между членами коллектива с учетом личного вклада каждого работника.

Практика показывает, что внедрение коллективного подряда в мелиоративном строительстве способствует улучшению следующих технико-экономических показателей:

экономия строительных материалов и затраты на них за счет внедрения рационализаторских предложений и изобретений на объекте;

производительность труда;

затраты на эксплуатацию машин и механизмов в связи с улучшением их использования в результате сокращения внутрисменных простоев, повышения коэффициента сменности и др.;

сроки производства работ;

накладные расходы.

Работа по методу коллективного (бригадного) подряда позволяет установить четкий ритм труда, повысить творческую активность всех работников, что находит выражение в увеличении числа рационализаторских предложений, широком применении передовых методов и приемов производства работ в соответствии с картами трудовых процессов, в четком распределении обязанностей среди членов бригады, их взаимозаменяемости, высокой исполнительской дисциплины. Повышается ответственность каждого члена бригады за результаты работы коллектива в целом, возникают новые социалистические взаимоотношения.

Вопрос о переводе коллектива (бригады) на хозяйственный расчет решается руководителем организации по согласованию с коллективом. Состав бригады по численности, профессиям и квалификации рабочих определяется по годовым объемам работ, их структуре, нормам выработки и росту производительности труда.

При внедрении бригадного подряда мелиоративно-строительная организация заключает с бригадой договор, в котором стороны принимают взаимные обязательства. ПМК обязуется обеспечивать каждый объект технической документацией, строительными машинами и материалами в соответствии с графиком работ. Бригада берет на себя полную ответственность за выполнение работ в установленные сроки. В коллективном договоре устанавливают следующие основные показатели работы бригады: сроки выполнения объемов работ; расчетную стоимость работ с выделением плановых затрат на материалы; затраты на заработную плату, эксплуатацию машин и прочие прямые затраты, а также ту часть накладных расходов, которая зависит от работы бригады. Бригада работает на один наряд, оплата производится по фактически выполненному объему работ (конечному результату работы коллектива). На основе расчетной стоимости (себестоимости) работ составляют наряд, в котором указывают нормативное время, зарплату на выполнение комплекса работ, размеры премии, достигнутую экономию.

Коллективный подряд предусматривает внедрение прогрессивных форм оплаты труда. В основу положен принцип сочетания общей заинтересованности всех членов бригады в высоких конечных результатах труда

всего коллектива с материальной заинтересованностью каждого работника в увеличении личного вклада в общем результате. Распределение общего заработка осуществляется на основе точного учета реального вклада каждого работника в конечный результат.

После полного завершения работ по объекту или этапу бригаде начисляют премии из различных источников: при сокращении сроков производства работ — из фонда заработной платы; при вводе в действие объекта в срок и досрочно — из средств заказчика; при достижении экономии от снижения расчетной стоимости работ — за счет фонда экономии. Премия распределяется между рабочими бригады в соответствии с их тарифными разрядами и пропорционально отработанному времени.

Оплата труда рабочих хозрасчетной бригады производится, как правило, по сдельно-премиальной системе. Бригаде выдается аккордный наряд-задание, в котором указывается процент премиальных доплат за сокращение нормативного времени, дифференцированного в зависимости от качества работ. Оценку качества работ устанавливает Государственная комиссия при сдаче объекта в эксплуатацию.

Оплата труда по сдельно-премиальной системе после сдачи объекта или завершения крупного этапа (без промежуточного премирования за выполнение отдельных видов работ) создает заинтересованность рабочих в быстрейшем завершении строительства объекта и сдачи его заказчику.

При традиционной форме организации труда аккордное задание рабочим выдавалось лишь на месяц, затем следовали перерывы из-за отсутствия работ, на которые можно оформлять аккордное задание.

Расчетная премия, которую получают члены хозрасчетной бригады при сдаче объекта в эксплуатацию или после завершенного этапа работ, будет состоять из суммы премий за сокращение нормативного времени по аккордному заданию, за ввод в действие объекта строительства в срок или досрочно, а также за достигнутую бригадой экономию от снижения расчетной стоимости.

Премия за снижение расчетной стоимости работ, поручаемых бригаде, зависит от оценки качества работ сдаваемого объекта или этапа: при оценке «отлич-

но» — 40 %, «хорошо» — 30 % и «удовлетворительно» — до 10 % от суммы снижения расчетной стоимости работ.

Удельный вес премий за достигнутую экономию от снижения расчетной стоимости работ составляет в среднем от 12 до 23 % к сдельному заработку. Премии при аккордно-премиальной системе в отдельных бригадах достигают 40 %.

В хозрасчетных бригадах заработок и сумма премий распределяются между членами бригады в соответствии с установленным бригадой коэффициентом трудового участия (КТУ).

Распределение заработка с учетом КТУ производится бухгалтерией на основании нарядов и общебригадного табеля, протокола общего собрания бригады по установлению КТУ, определяемого советом бригады совместно с профсоюзным комитетом. Базовый КТУ принимается равным единице, фактический — для каждого работника рассчитывается на основе его вклада в конечный результат.

Снижение базового КТУ применяют при нарушениях трудовой дисциплины, упущениях при производстве работ, невыполнении заданий. Применяют следующие ориентировочные показатели снижения базового КТУ:

прогул, самовольный уход с работы — 0,2;

опоздание на работу, преждевременное окончание работы — 0,5—0,7;

появление на работе в нетрезвом виде — 0,2;

сверхнормативные перерывы, перекуры, хождение по стройплощадке, отвлечение других от работы — 0,3—0,9;

невыполнение производственных заданий и норм выработки, слабая интенсивность труда — 0,2—0,4;

брак в работе по вине рабочего, вызвавший переделки и дополнительные трудозатраты бригады,— 0,2—0,7;

нарушение правил техники безопасности — 0,5—0,9;

невыполнение распоряжений бригадира и техперсонала, повлекшие за собой снижение выработки бригады,— 0,5—0,6;

нарушение правил эксплуатации машин, вызвавшее простой бригады или отдельных рабочих бригады,— 0,5—0,9.

КТУ рекомендуется увеличивать за следующие показатели в работе:

достижение высокой производительности (интенсивности труда) при хорошем качестве работ по сравнению с другими членами бригады, имеющими одинаковые разряды,— 1,2—1,5;

более высокое качество работ по сравнению с другими членами бригады, имеющими одинаковые разряды,— 1,1—1,3;

за инициативу по предотвращению простоя машин и механизмов — 1,2—1,3;

за освоение и применение передовых методов и научной организации труда — 1,3—1,5;

проявление инициативы и смекалки по рациональной организации трудовых операций и рабочего места, механизации, в результате которых повысилась производительность труда и сокращены сроки выполнения задания,—1,3—1,5.

Результаты окончательного распределения степени трудового участия заносятся в протокол, передаваемый в бухгалтерию ПМК (СМУ), в котором против фамилии каждого члена бригады указывается коэффициент трудового участия и причины, по которым произошло повышение или понижение коэффициента.

§ 17. Организация производства мелиоративно-строительных работ

Организацией производства называется комплекс мероприятий, направленных на обеспечение эффективного и своевременного выполнения объемов работ.

Организация труда представляет собой систему мероприятий, обеспечивающих рациональное использование рабочей силы и техники.

Полнота и своевременность выполнения плановых операций, оперативность решения вопросов, возникающих при производстве работ, рациональное использование материально-технических, трудовых и финансовых ресурсов являются основными целями организации работ.

За последние годы поточно-комплексный метод стал основным в организации производства мелиоративных

работ, позволяющий планомерно осуществлять ввод в эксплуатацию новых мелиорированных земель.

Производство работ по этому методу представляет собой непрерывно повторяющийся технологический процесс, в котором все операции мелиоративного комплекса выполняются в определенной технологической последовательности до их полного завершения в установленные сроки. Поточно-комплексный метод не исключает минимальных разрывов между выполнением отдельных работ, их частями или операциями, вызванных погодными условиями и технологической целесообразностью.

В основу работ при поточно-комплексном методе положено деление всех их видов на приблизительно равные по трудоемкости участки — пусковые комплексы. На каждом из пусковых комплексов работу осуществляют специализированные бригады или звенья. Выбор и обоснование пусковых комплексов начинают с ведущего (основного) вида работ, по срокам и времени выполнения которого согласуются сроки вспомогательных работ. Все бригады работают последовательно, и через ориентировочно равные промежутки времени каждая из них переходит на очередной, последующий участок — пусковой комплекс. При этом каждая бригада, за исключением первой, работает на подготовленном участке.

Развитие потока может быть изображено графически: в виде циклограммы, линейного или сетевого графиков.

Применительно к строительству осушительных систем потоки классифицируются по структуре и виду строительной продукции, по характеру движения потока и по его продолжительности (табл. 8).

8. Классификация потоков

Наименование	Характеристика потоков строительства закрытых осушительных систем
I. По структуре и виду строительной продукции	
Частный	Один рабочий процесс или группу рабочих процессов непрерывно выполняет бригада или звено. Строительная продукция потока — законченные отдельные виды мелиоративных работ (развозка материалов, крепление каналов и др.)

Окончание табл. 8

Наименование	Характеристика потоков строительства закрытых осушительных систем
Специализированный	Совокупность частных потоков, объединенных единой системой параметров и схемой потока. Продукция потока — законченные виды мелиоративных работ на объекте (строительство открытой сети, закрытого дренажа)
Объектовый	Совокупность технологически связанных специализированных потоков, продукцией которых является построенный мелиоративный объект
Комплексный	Совокупность организационно связанных объектовых потоков, строительной продукцией которых являются все объекты мелиоративного строительства, включенные в план ПМК
	II. По характеру движения
Равноритмичный	Поток предусматривает равную продолжительность выполнения работ на каждом участке (пусковом комплексе), т. е. все составляющие частные потоки имеют единый ритм
Кратноритмичный	В отличие от равноритмичного, составляющие частные потоки имеют кратные ритмы
Неритмичный	Частные потоки не имеют постоянного ритма вследствие разных объемов работ на участках (пусковых комплексах)
	III. По продолжительности
Краткосрочный	Строительство отдельных объектов или групп в течение короткого отрезка времени (до года)
Долгосрочный	Строительство группы объектов в течение длительного времени; охватывает всю программу работ, выполняемую мелиоративно-строительной организацией

Одним из важнейших условий, обеспечивающих эффективность поточно-комплексного метода производства мелиоративно-строительных работ, является рациональная организация труда.

Для организации мелиоративного строительства поточно-комплексным методом разрабатывают проект производства работ на основе имеющейся проектно-сметной документации, годовых планов ввода объектов в эксплуатацию и установленных сроков начала, окончания и очередности их строительства.

В состав проекта производства работ включают:

график или календарный план производства работ (в зависимости от степени сложности объекта), в кото-

ром на основе объемов строительно-монтажных работ и предусмотренной технологии устанавливается последовательность и сроки выполнения работ, определяется потребность в трудовых ресурсах и сроки поставки материалов и всех видов оборудования;

строительный генеральный план с расположением приобъектных постоянных и временных транспортных путей, складов, временных инвентарных зданий и устройств, используемых для нужд строительства;

график поступления на объект строительных деталей, материалов и оборудования с приложением комплектовочных ведомостей;

график потребности в рабочих кадрах;

график потребности в основных мелиоративно-строительных машинах;

комплект технологических карт на производство основных видов работ или технологические схемы с описанием последовательности и методов производства работ с определением сроков, трудозатрат и потребности в материалах и машинах по этапам;

схемы размещения геодезических знаков;

положения по охране труда, требующие проектной разработки (крепление стенок земляных выемок, временное крепление конструкций, устройство временного заземления, ограждений рабочих зон при работе на высоте и др.);

документация для контроля и оценки качества строительно-монтажных и специальных работ (указания о допусках, схемы операционного контроля качества и др.);

мероприятия по организации работ в условиях хозяйственного расчета, обеспечение бригад материалами, инструментом, оснасткой, приспособлениями и машинами;

пояснительная записка, содержащая обоснование принятых решений по производству работ (в том числе выполняемых в зимнее время), перечень временных зданий и сооружений, мероприятия по защите действующих коммуникаций от повреждений.

Проекты производства работ (ППР) на строительство мелиоративных систем и других водохозяйственных объектов разрабатываются подрядными строительными организациями.

На строительство крупных объектов, а также объектов, возводимых в сложных технологических условиях, проекты производства работ могут разрабатываться по заказу основных (генеральных) подрядчиков и субподрядных строительных организаций проектно-технологическими или проектными организациями.

ППР для несложных объектов состоит, как правило, из календарного плана, выполняемого в виде линейного графика, строительного генерального плана и схемы производства основных видов работ.

Опыт работы лучших передвижных механизированных колонн показывает, что четкую организацию производства мелиоративно-строительных работ нельзя обеспечить, не выполнив комплекса организационно-технических мероприятий, важнейшими из которых являются:

обеспечение строительных организаций проектно-сметной документацией не позднее 1 октября каждого года, предшествующего плановому;

ввод в эксплуатацию площадей осушения, орошения и коренного улучшения земель, начиная с весеннего периода;

преодоление сезонности в мелиоративном строительстве, производство основных видов мелиоративных работ в течение всего года;

обеспечение своевременной доставки на объекты строительных материалов, машин, оборудования, а также удобрений;

концентрация техники на пусковых объектах в размерах, необходимых для выполнения графика работ и плана ввода площадей;

внедрение прогрессивных форм организации и оплаты труда, создание специализированных и комплексных бригад;

непрерывное совершенствование управления производством;

осуществление планов социально-культурного развития коллективов.

Особое внимание необходимо уделять повышению качества мелиоративно-строительных работ, контроль за которым осуществляет ряд организаций: дирекция строящихся водохозяйственных объектов (технический надзор), проектные организации (авторский надзор), специалисты областного производственного управле-

ния мелиорации и водного хозяйства и самоконтроль строительных организаций (группы и посты качества).

Создаваемые в ПМК комплексные бригады, особенно работающие по методу бригадного подряда, как правило, становятся образцом наиболее прогрессивной формы организации труда. Производительность труда рабочих, входящих в состав таких бригад, значительно выше, а сроки ввода объектов в эксплуатацию и себестоимость строительства сокращаются. Однако специфика мелиоративного строительства такова, что часть машин не может эффективно использоваться в течение всего года. В этих условиях трудно сохранить стабильный состав комплексной бригады. Поэтому в мелиоративном строительстве целесообразно организовывать специализированные бригады. В мелиоративно-строительных организациях комплексное формирование состава производственной единицы более всего подходит к участку, в пределах которого можно эффективно маневрировать техникой и рабочей силой.

Основным документом, которым пользуются для определения количественного состава специализированных бригад, является график производства мелиоративно-строительных работ.

Зная срок сдачи объектов в эксплуатацию и сроки завершения отдельных операций или технологических процессов, объемы выполнения работ на каждой операции и установленную норму выработки, несложно установить необходимое количество машин для выполнения данной операции.

При определении численного состава специализированных бригад пользуются технологическими схемами и картами на выполнение отдельных видов работ и всего технологического процесса.

§ 18. Технологические карты на дренажные работы

Технологический процесс — система взаимосвязанных операций по производству конечного вида работ или продукции. Технология может быть типовой (применяется в типовых проектах), экспериментальной (новой, применяемой на опытных работах) и индивидуальной (для каждой операции).

Технологической схемой называется перечень операций технологического процесса в порядке их выполнения с основными технико-экономическими характеристиками по каждой операции. В состав схемы входят следующие характеристики: марки машин и орудий, их производительность, количество рабочих, их разряды, затраты труда на выполнение каждой операции.

Технологические карты являются основным документом для производства работ.

Технологические карты разрабатываются на основе технологических схем на весь процесс или на отдельные операции. Различают *операционные* и *комплексные* технологические карты.

Комплексной технологической картой называется детальный перечень операций, работ и рабочих приемов с подробным описанием способов их производства и технико-экономической характеристикой каждой операции. Важнейшими требованиями при разработке технологических карт являются сокращение технологического цикла, комплексная механизация и автоматизация процесса, улучшение условий труда работников, повышение эффективности и качества работ.

Операционные карты разрабатываются отдельно на каждую операцию технологического процесса и содержат подробное описание области применения карты, сведения о работах, предшествующих данной операции, способы и рабочие приемы выполнения операции; состав работ и порядок их выполнения; организационные и конструктивно-технологические решения; состав исполнителей, их квалификация и распределение обязанностей; требования к качеству производства работ. В карте указываются наименование и расчетное количество материалов для определенного объема работ, приводится перечень применяемых машин, механизмов и инструментов, специального оборудования. В самостоятельном разделе операционных карт излагаются основные положения по охране труда.

Операционная технологическая карта включает дополнительные показатели, характерные для данного процесса: производительность машин, коэффициент использования рабочего времени машин, специальное оборудование, материалы и т. п.

§ 19. Организация технического обслуживания и ремонта техники

Работоспособность машин во многом зависит от правильной их технической эксплуатации. Состояние машин, при котором они способны выполнять работу с показателями, установленными технической документацией, называется их работоспособностью.

Работоспособность, заложенная в машине при ее создании, не остается неизменной в процессе ее эксплуатации. Она ухудшается вследствие изнашивания деталей, узлов и агрегатов машины.

В общем виде нарастание износа деталей с течением времени проходит три этапа: повышенный износ в результате приработки деталей, нормальная работа деталей и аварийный износ. Аварийный износ заключается в том, что постепенное нарастание естественного износа деталей приводит к резкому изменению условий их эксплуатации. Износ различных деталей, узлов и агрегатов машин в процессе эксплуатации изменяется неодинаково. Если периодически выполнять профилактические работы по поддержанию работоспособности отдельных честей машин, то можно замедлить процесс снижения работоспособности.

Для поддержания машин в рабочем состоянии в течение всего срока их службы существует система планово-предупредительных ремонтов и технических обслуживаний (ППР), которая представляет собой комплекс организационно-технических мероприятий, проводимых в плановом порядке. Система ППР предусматривает проведение пяти плановых технических обслуживаний: ежесменное техническое обслуживание (ЕТО), периодическое техническое обслуживание (ТО-1, ТО-2, ТО-3), сезонное техническое обслуживание (СТО).

В результате постепенного износа в состоянии отдельных узлов, агрегатов и машин в целом наступает такой момент, когда их работоспособность невозможно поддерживать техническим обслуживанием. Совокупность технических мероприятий по восстановлению работоспособности машин, нарушенной в процессе их использования на работе, называется ремонтом. Система ППР предусматривает проведение плановых ремонтов: текущего и капитального.

Мелиоративно-строительные машины по приспособленности для проведения ППР можно подразделить на три группы.

К первой группе относят машины, обладающие высокой мобильностью и которые возвращаются после окончания работы на базу механизации (автомашины, автокраны, автопогрузчики, автогрейдеры и т. п.).

Ко второй группе относятся машины с ограниченной мобильностью и которые после работы, как правило, остаются на месте эксплуатации (бульдозеры, экскаваторы, краны на гусеничном ходу, прицепные и навесные, и т. п.).

К третьей группе относятся механизмы и оборудование, стационарно расположенные на местах выполняемой работы.

В системе ППР даны условия проведения цикла ТО и ремонтного цикла. Цикл ТО означает выполнение в определенной последовательности установленных видов периодического технического обслуживания в соответствии с требованиями нормативно-технической документации.

Ремонтный цикл — это наименьшие повторяющиеся интервалы времени для наработки машины, в течение которых в определенной последовательности и в соответствии с требованиями документации проводятся все установленные виды ремонта. Номенклатуру, количество, периодичность и последовательность выполнения всех видов ремонта на протяжении одного ремонтного цикла определяют структуру ремонтного цикла. Интервал времени между данным видом ТО и последующим таким же видом или другим более сложным, называется периодичностью технического обслуживания.

Ежесменное техническое обслуживание выполняется, как правило, в течение рабочей смены (начало или конец смены, перерывы).

Техническое обслуживание периодически проводят через установленные в эксплуатационной документации для данной машины значения интервала времени или наработки. СТО проводят при подготовке машины к использованию в осенне-зимних или весенне-летних условиях.

Ежесменное техническое обслуживание является одним из главных профилактических мероприятий и

проводится в обязательном порядке независимо от числа отработанных машиной часов.

Для проведения технического обслуживания и текущих ремонтов мелиоративные организации должны располагать эксплуатационными базами механизации, построенными, как правило, по типовым проектам. Базы механизации должны быть оснащены автомобилями для технического обслуживания, заправщиками топлива и масла, инструментом и транспортными средствами.

Техническое обслуживание и текущие ремонты можно выполнять как на местах работы машин, так и на базах механизации. Техническое обслуживание и текущие ремонты мелиоративной техники целесообразно проводить специализированными бригадами с участием машинистов. Специализированные бригады следует выделять также для смазки машин и заправки их топливосмазочными материалами.

Капитальный ремонт машин проводится после осмотра их комиссией, возглавляемой главным инженером или главным механиком организации, на балансе которой находятся машины. Если машины по техническому состоянию и диагностике не нуждаются в капитальном ремонте, комиссия дает разрешение на дальнейшую эксплуатацию их. Результаты осмотра оформляются актом.

При планировании технического обслуживания и ремонта машин составляют годовой и месячный планы и графики технического обслуживания и ремонта машин.

При проведении ЕТО необходимо выполнить следующие операции:

проверять состояние деталей и механизмов и подтягивать все крепления;

смазывать все механизмы, при нарушении подачи смазки тщательно очищать и вновь заправлять смазочные приборы;

проверять уровень масла в картерах дизельного и пускового двигателей и в случае необходимости доливать дополнительно масло до верхней метки масломерной линейки;

проверять уровень масла в редукторах, в коробках зубчатых и цепных передач и в корпусе топливного бака, при необходимости добавлять свежее масло;

проверять уровень масла в корпусе регулятора и при необходимости доливать масло до уровня контрольной пробки;

проверять заправку систем питания и охлаждения двигателя;

проверять состояние стальных канатов и их крепление, при необходимости смазывать их;

проверять состояние втулочно-роликовых цепей и гибкого кабеля.

Затем пускают двигатель на холостом ходу, проверяют его работу на средней и максимальной частоте вращения в течение 4—5 мин. Затем проверяют давление масла и топлива по показанию манометров и температуру масла и воды по показанию дистанционных термометров, а также работу электрооборудования на пусковом и дизельном двигателях и исправность электроосвещения. На холостом ходу проверяют действие рычагов и педалей механизмов управления машины. Затем следует проверить работу гидравлической системы управления, давление масла, работу перепускного и обратного клапанов и других агрегатов и плотность соединения в элементах системы. На машинах с пневматическим управлением проверяют работу пневматической системы управления: давление воздуха в системе, отсутствие его утечки, а также исправность включения и выключения механизмов.

До устранения обнаруженных при осмотре дефектов начинать работу на машине категорически воспрещается.

В течение смены необходимо проверять машину, чтобы вовремя обнаружить:

перегрев двигателя и ненормальные выхлопы;

ненормальные шумы и стуки;

подтекание воды, топлива и масла в соединениях;

перегрев подшипников в механизмах;

ненормальную работу измерительных приборов и несоответствие их показаний техническим характеристикам, указанным в паспорте машины;

вибрацию, вызванную ослаблением затяжки болтов креплений двигателя и рамы или нарушением центрирования двигателя с редуктором;

ненормальную работу фрикционов, тормозов и муфт включения.

В конце смены после остановки машины необходимо:

проверить нагрев подшипников в механизмах машины — он должен отсутствовать;

очистить машину от пыли и грязи;

устранить течь масла, топлива и воды;

установить причину шума или стука и устранить ее;

проверить и при необходимости отрегулировать фрикционы, тормоза и муфты включения;

осмотреть и при необходимости прочистить отверстие в крышке горловины основного топливного бака;

замерить остаток топлива и заправить основной топливный бак дизельным топливом (предварительно отстоявшимся и профильтрованным), а бак пускового двигателя смесью бензина с дизельным маслом;

проверить уровень воды в радиаторе (если он ниже нормального, добавить до уровня контрольной пробки) и состояние пробок картера, радиатора и контрольных масляных кранов;

осмотреть, очистить и при необходимости промыть отстойники топливных фильтров;

очистить от скопившейся пыли пылесборник воздухоочистителя дизеля;

проверить и при необходимости отрегулировать натяжение ремней вентилятора.

При выполнении периодического технического обслуживания производятся дополнительные работы по очистке, смазке и регулировке. Для сложных машин и двигателей такими работами являются:

промывка ленты фрикционов, тормозов, водоочистителя, масляного фильтра грубой и тонкой очистки, дисков муфты сцепления, картеров и фильтрующих элементов двигателей;

удаление масла из картерных колодцев;

проверка состояния крепежа и соединений, их регулировка, механизма передачи и ходовой части;

проверка комплектности и надежности точек освещения;

смазка в соответствии с инструкцией всех механизмов.

Применяется как жидкая, так и густая смазка. Густая смазка используется главным образом для подшипников качения и скольжения. Жидкие масла заливают в корпуса редукторов и применяют для цирку-

ляционной смазки механизмов. Шарниры соединений рычагов и тяг рычажной системы управления смазывают жидким маслом из ручной масленки.

Механизмы смазывают густыми смазками через пресс-масленки, установленные на деталях. Подача в подшипники смазки продолжается до тех пор, пока свежее масло выступит через неплотности подшипника.

Зубчатые колеса, цепные передачи, шарниры рукоятей смазывают густыми маслами, а втулочно-роликовые цепи периодически проваривают в графитной смазке. В процессе работы наблюдается утечка масла, частичное выдавливание и его угар (для моторных масел), поэтому необходимо своевременно производить доливку. Смазочные материалы добавляют по потребности.

Чем совершеннее конструкция машины и чем лучше организовано техническое обслуживание, тем меньше расход смазочного материала. Детали и узлы смазывают по карте смазки, приведенной в заводской инструкции строительных и мелиоративных машин.

Для проведения аварийного ремонта рекомендуется создавать в ПМК специализированные бригады. Такие бригады должны быть оснащены передвижными мастерскими ГОСПИТИ-2 с электрогазосварочными агрегатами или специально переоборудованными под такие мастерские автомобилями.

Когда на объекте работает небольшое число техники, то аварийная бригада выезжает туда по мере необходимости при поступлении заявки на выполнение ремонтных работ и пуска агрегатов. При необходимости выполнения сложного ремонта или большого объема ремонтных работ и замены сложных или крупногабаритных агрегатов, как, например, стрел экскаваторов, кранов, замены двигателей, ходовых (гусеничных) тележек тракторов, а также восстановления рам сложных машин, сложного ремонта заднего моста трактора машины целесообразнее доставлять на базу ПМК, в мастерскую или на специализированные ремонтные заводы. При отсутствии аварийных поломок на объектах бригада занимается ремонтными работами в мастерских ПМК.

В специализированную бригаду по аварийному ремонту техники входят 2—3 квалифицированных специалиста, мастер-наладчик, шофер-слесарь и свар-

щик. Кроме того, в процессе выполнения аварийного ремонта в работах принимает участие машинист или тракторист вышедшей из строя мелиоративной машины (экскаватор, бульдозер, корчеватель и т. д.).

Аварийные бригады по административному принципу подчиняются главному механику и по его указанию (устному, письменному или по селектору) оперативно и качественно устраняют аварийные поломки машин на объекте или в мастерских в межсменное время.

Аварийные ремонты выполняются как методом индивидуального ремонта агрегатов в полевых условиях, так и агрегатно-узловым (заменой неисправных агрегатов исправными полнокомплектными), используя обменные фонды ПМК. Наличие в ПМК оборотных узлов и агрегатов, базовых деталей, валов и осей, подшипников, зубчатых колес и звездочек, деталей фрикционных механизмов, гидравлических приводов, распределительного механизма, системы питания, системы зажигания и других запасных частей имеет большое значение в сокращении сроков выполнения аварийных ремонтов на объектах.

На каждый случай аварии механизма обязательно составляется аварийный акт и регистрируется характер поломок и вызвавших их причин в журнале аварийных работ. Акт рассматривается главным механиком или заведующим мастерскими ПМК, который принимает экстренные меры для ликвидации аварии (изменение конструкции узла машины, замена агрегата новым или восстановление путем сварочных и слесарных работ). Кроме того, выясняется причина аварии и принимаются меры, предупреждающие возникновение аварийных ситуаций в будущем. Важное значение в плане организационно-технических мероприятий ПМК имеет планирование профилактических мероприятий по предупреждению аварийных поломок. Капитальный ремонт производится на специализированных заводах.

Контрольные вопросы

1. Что вы знаете о структуре мелиоративных организаций?
2. Кто является заказчиком мелиоративного строительства?
3. Что такое норма времени и норма выработки?
4. Что такое хозрасчет и коллективный подряд?
5. Как определяется коэффициент трудового участия?
6. В чем сущность поточно-комплексного метода?
7. Что такое технологическая карта?

ГЛАВА 5

ТЕХНОЛОГИЯ И МЕХАНИЗАЦИЯ СТРОИТЕЛЬСТВА КАНАЛОВ И СООРУЖЕНИЙ

§ 20. Регулирование водоприемников

Открытую осушительную сеть можно подразделить на две большие группы: крупную водопроводящую сеть и мелкую (транспортирующую и регулирующую). К первой группе относятся водоприемники, магистральные, ловчие и напорные каналы, ко второй — собиратели и осушители.

Строительство осушительных систем обычно начинают с регулирования водоприемников. В Нечерноземной зоне наиболее распространенными водоприемниками являются мелкие реки и ручьи. Наивысший бытовой горизонт (уровень) воды их не должен создавать подпора в осушительной сети. Это является основным требованием, предъявляемым к водоприемникам.

Регулирование водоприемника — это мероприятия по понижению бытового и паводкового уровня воды; увеличению его пропускной способности спрямлением русла, расширением, углублением; расчистка ложа водотока; выпрямительные, берегоукрепительные и другие работы в русле.

Спрямление русла осуществляют устройством прокопов (новых русел) между извилинами реки, после чего старое русло реки засыпают грунтом, вынутым из прокопов (рис. 27). Выемка грунта при разработке нового русла выполняется механическим способом (бульдозерами, скреперами, экскаваторами), взрывным и комбинированным.

В Нечерноземной зоне, где в большинстве случаев водоприемники имеют небольшую ширину, на спрям-

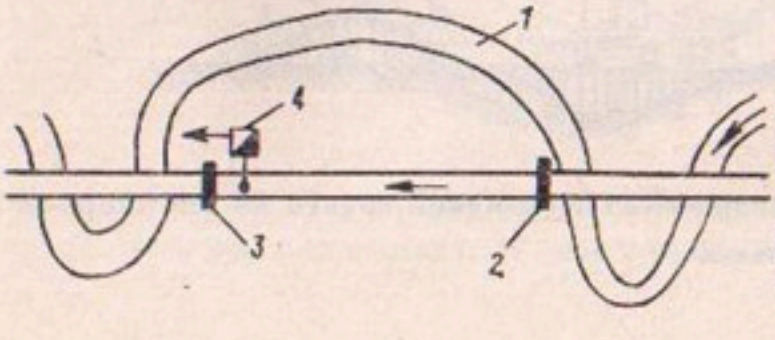


Рис. 27. Спрямление русла водоприемника: *1* — извилина старого русла; *2*, *3* — верхняя и нижняя перемычки; *4* — насосная станция

лении русел могут быть успешно применены одноковшовые экскаваторы, оснащенные обратной лопатой или драглайновым оборудованием.

Подготовительные работы по спрямлению русла состоят из разбивки трассы в натуре, расчистке ее от леса, кустов и крупных камней (подробно будут рассмотрены при строительстве проводящих каналов осушительной сети). Выкорчеванные корни, пни и камни отвозят в заранее выбранные места, с тем чтобы они не мешали сельскохозяйственному освоению земель.

Спрямление русла сечением до 6 м^2 можно выполнять продольным способом, используя экскаватор вместимостью ковша 0,35—0,65 м^3 (рис. 28), оборудованный обратной лопатой.

Если площадь поперечного сечения более 6 м^2, применяют экскаватор с рабочим оборудованием драглайн

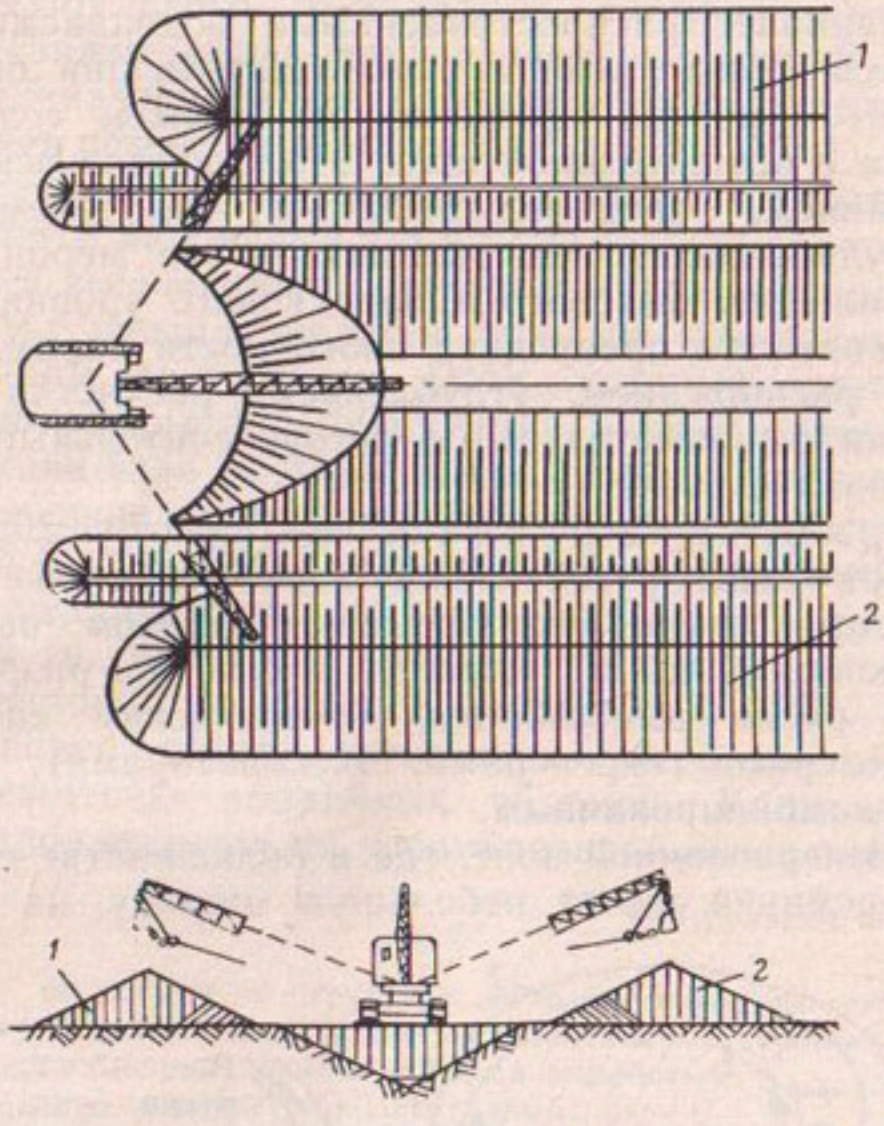


Рис. 28. Продольная разработка с откидкой грунта на обе стороны: *1* — на правую; *2* — на левую

и вместимостью ковша 0,35—1 м^3. При этом, если сечение более 17 м^2, разработку русла выполняют за 2 прохода: первый — против течения воды разрабатывают одну сторону на проектную глубину с отделкой наружного откоса, второй — также против течения, но с интервалом до 40 сут после первого прохода экскаватора для придания устойчивости грунтам (рис. 29). Второй проходкой сечение спрямленного русла обрабатывают до проектных размеров.

При ширине русла по верху более 6 м целесообразно часть выемки выполнять бульдозерами или скреперами. Это значительно снижает стоимость работ и высвобождает наиболее дефицитные мелиоративные машины-экскаваторы.

Бульдозер производит выемку и перемещение грунта из верхней части русла, а экскаватор — из более глу-

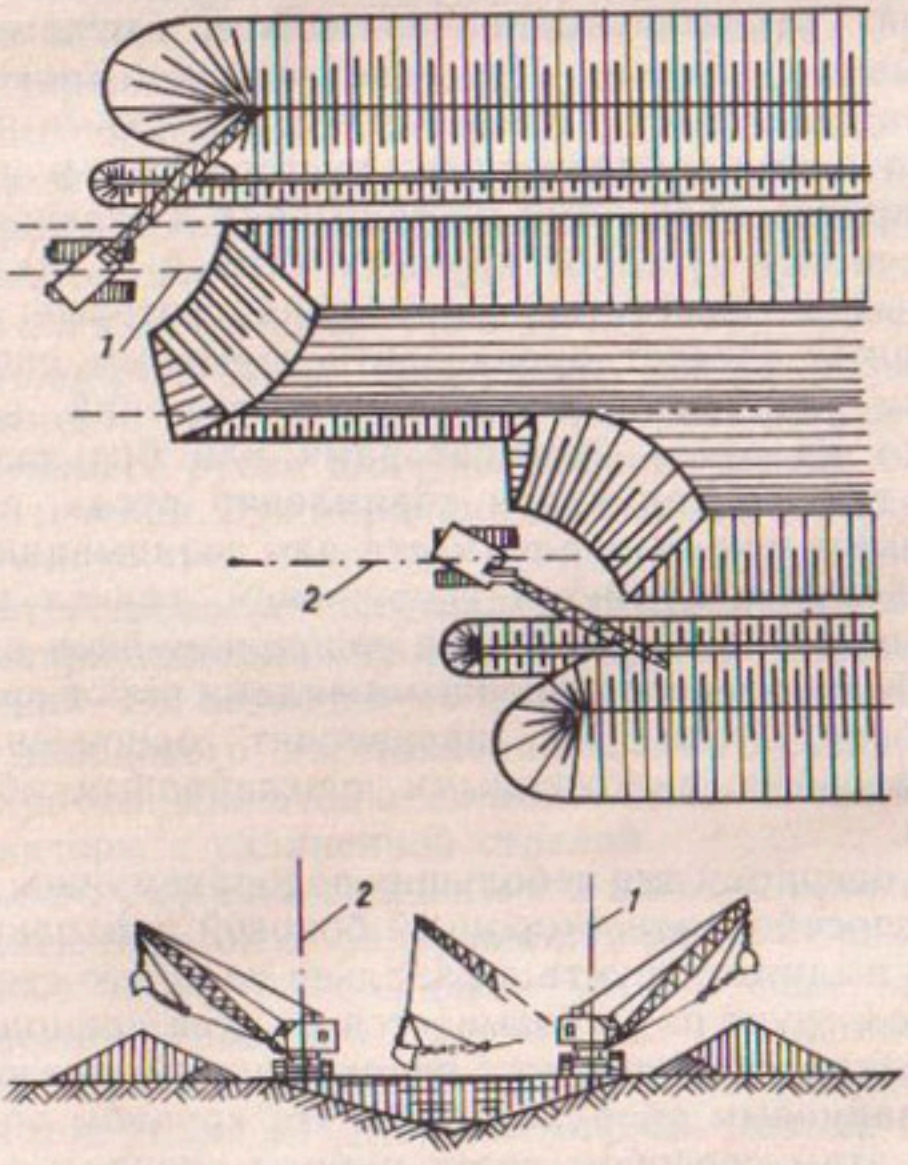


Рис. 29. Двухсторонняя разработка грунта:
1 — ось 1-го прохода; *2* — ось 2-го прохода

бокой. Бульдозер используется также для разравнивания кавальеров.

Устройство спрямленных русел в неустойчивых грунтах не дает желаемых результатов. Поэтому такой способ регулирования водоприемников в Нечерноземной зоне не имеет большого распространения, так как реки и ручьи протекают здесь преимущественно в неустойчивых грунтах.

Расчистка, расширение и углубление русла в неустойчивых грунтах обеспечивает требуемую пропускную способность без устройства прокопов.

Подготовка к производству этих работ также состоит из разбивки трассы и очистки ее от препятствий и предметов, мешающих использованию машин и механизмов.

На расчистке трасс водоприемников от лесокустарниковой растительности применяют механические и взрывные способы. При механическом способе кустарник и мелколесье удаляют механическими пилами, корчевателями-собирателями, кусторезами и различными приспособлениями на тракторах и экскаваторах.

Расчистку русел от крупных камней и удаляемых бетонных и каменных сооружений, которые трудно разрушить, следует производить взрывным способом. Остатки разрушенных взрывом сооружений, валунов удаляют из русла экскаваторами или бульдозерами. Здесь, так же как и при спрямлении русла, должны быть тщательно выбраны места для складывания камней, обломков и частей сооружений, грунта и т. д.

Расширение и углубление водоприемников являются наиболее распространенными видами работ при регулировании русла. Их производят одноковшовыми экскаваторами, снабженными драглайновым оборудованием.

Эти операции для небольших водоприемников производят способом односторонней боковой проходки с отсыпкой вынутого грунта в кавальер на «свою сторону». При этом грунт разрабатывается по всей ширине водоприемника. Используют одноковшовый экскаватор с драглайновым оборудованием. На крупном водоприемнике этим способом ведут работы сначала с одной стороны, а затем с другой. Если трасса водоприемника проходит по землям несельскохозяйственного назначе-

ния, то кавальеры не разравнивают. (Кавальером называют земляной вал, образуемый грунтом, вынутым из линейно-протяженной выемки.) В них только оставляют в пониженных местах разрывы шириной до 5 м для стока воды. На землях сельскохозяйственного назначения вынутый грунт разравнивают.

При расширении и углублении водоприемников выемку значительной части грунта приходится производить из-под воды. Для предупреждения обратного сползания мокрого грунта в водоприемник на берме сначала отсыпают валик грунта полевой влажности. Бермой называют горизонтальную площадку за откосом водоприемника или канала. Мокрый грунт кавальеров разравнивают (если это предусмотрено проектом) после некоторого его проветривания, когда грунт уже не налипает на отвал бульдозера.

Если кавальеры не разравнивают, то в местах разрывов в них следует устраивать воронки. Откосы воронок укрепляют одерновкой до бытового горизонта воды в водоприемнике. Расчистка и углубление водоприемников должны сопровождаться (при необходимости) расчисткой и углублением устьев впадающих в них водотоков.

Выправительные работы при регулировании водоприемников производят, когда возникает необходимость в уменьшении поперечного сечения существующего русла для увеличения расхода воды и скорости течения. Эти мероприятия выполняют для снижения отложения наносов. Выправительные работы включают устройство полузапруд, струенаправляющих дамб, направляющих бровок и других простейших сооружений. Их возводят из готовых бетонных блоков и плит заводского изготовления и монтируют с помощью кранов. Для этой цели могут быть использованы и экскаваторы с удлиненной стрелой.

Берегоукрепительные работы производят для защиты берегов от разрушения и русла от размыва. Надводные части откосов выше уровня воды закрепляют засевом трав или одерновкой — сплошной или в клетку. При одерновке в клетку дерн укладывают лентами под углом 45° к бровке откоса. Размер клеток в плане составляет от 1×1 до 1,5×1,5 м. Клетки внутри засевают травами.

Сооружения на водоприемнике могут выполняться и в виде каменной отсыпки. Разравнивание и уплотнение каменной отсыпки производят с помощью бульдозеров.

Работы по регулированию водоприемников технологически не связаны с другими дренажными работами. Они выполняются заблаговременно, чаще всего за год до производства всех остальных работ по строительству осушительной сети.

§ 21. Организация работ при строительстве каналов

Осушительные каналы обычно проходят по пониженным местам осушаемой территории, где, как правило, неблагоприятные гидрогеологические условия осложняют производство работ. Для сохранения устойчивости откосов форма поперечного сечения осушительных каналов принимается трапецеидальной с шириной по дну 0,4—3 м и более, заложением откосов — от 1 до 2 м, глубиной — до 4 м. Заложением называют отношение высоты откосов к их горизонтальной проекции. Параболическая и полигональная формы каналов применяются редко.

Строительство осушительной сети начинают от крупных каналов к мелким в направлении от устья к истоку. Это обеспечивает быстрый сброс воды с осушаемой территории и отвод ее от забоя (места рабочей стоянки) землеройной машины. На грунтах с малой несущей способностью и заболоченных участках для разработки каналов применяют землеройные машины с расширенными гусеницами (экскаваторы, бульдозеры).

Иногда в этих условиях экскаваторы могут работать только на специальном настиле — сланях (рис. 30), которые изготавливают из деревянных щитов. По мере устройства канала экскаватор переходит на впереди уложенную пару щитов, а освободившуюся сзади пару щитов перебрасывают вновь вперед по ходу движения. Для удобства переброски слани-щиты имеют кольца, а на задней стенке ковша — приваренный крюк, на который навешивают стропы. После переброски щитов стропы с ковша снимают.

Осушительные каналы (кроме нагорно-ловчих) могут проходить в выемках. Грунт в них разрабатывают экскаваторами с рабочим оборудованием: драглайн

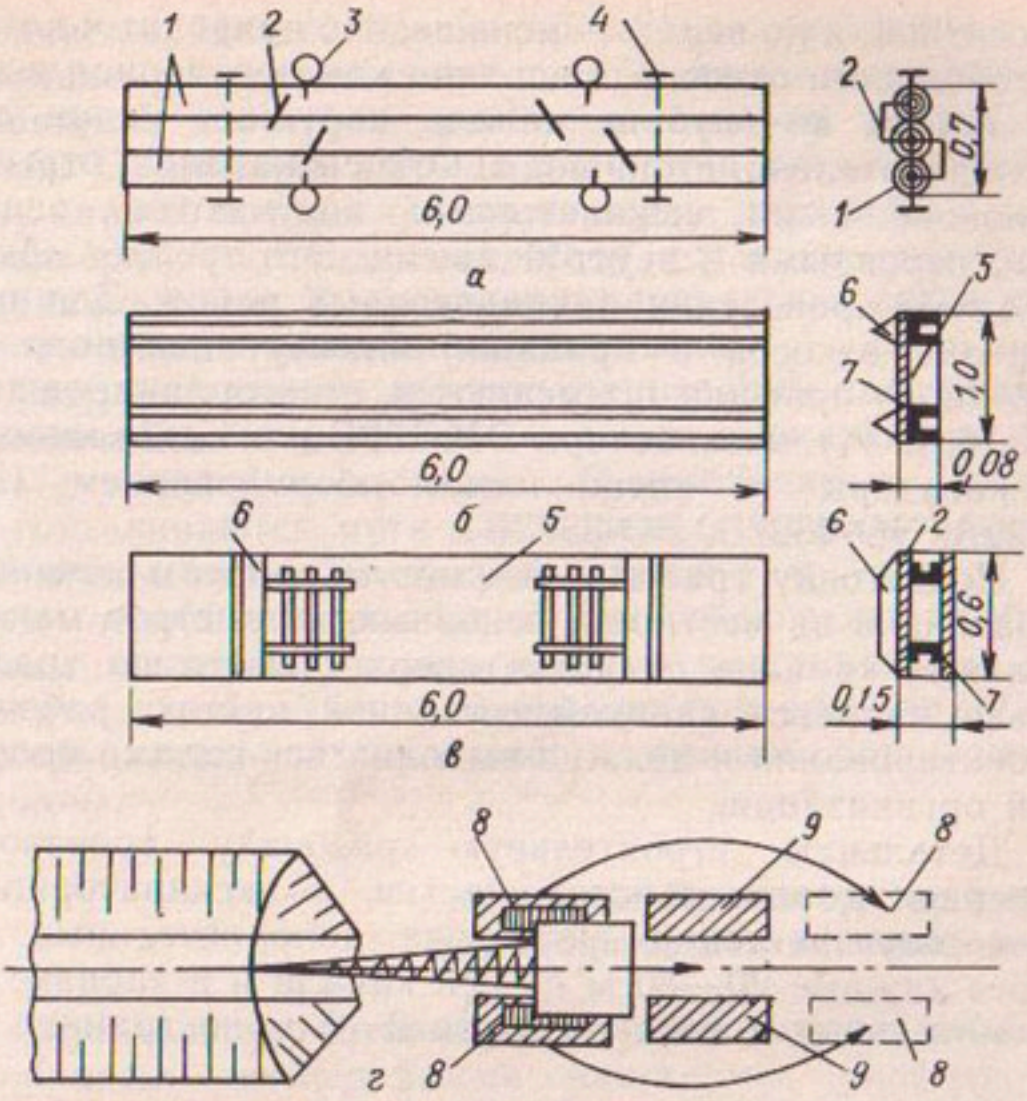


Рис. 30. Разработка грунта одноковшовыми экскаваторами со сланей:

а — слани из бревен; *б* — металлический щит массой 0,7 т; *в* — металлический переносной щит массой 0,5 т; *г* — работа экскаватора со сланей; *1* — бревно; *2* — скоба; *3* — кольцо; *4* — болт; *5* — стальной лист; *6* —уголок; *7* — швеллер; *8*, *9* — первая и вторая пары щитов

или обратная лопата, многоковшовыми или плужными каналокопателями. При строительстве осушительных каналов выполняются следующие операции: разработка грунта с перемещением в отвал; разравнивание отвалов; зачистка или крепление откосов и дна каналов; вспашка и дискование грунта на полосе разравнивания отвалов вдоль трассы канала; устройство водосбросных колонок. При использовании многоковшовых экскаваторов откосы и дно канала не защищают.

Основным недостатком строительства осушительных каналов экскаваторами является трудность соблюдения их проектных размеров: поперечного сечения и уклона. Ширина канала по дну получается обычно больше

проектной, а по верху — меньше, что приводит к потере устойчивости откосов. Неполная или чрезмерная выемка грунта по глубине канала нарушает уклон дна, а следовательно, стока воды. Откосы каналов, отрытых одноковшовыми экскаваторами, получаются «рваными», неровными и неустойчивыми. Это требует обязательного проведения планировочных работ. Для планировки откосов и придания каналу заданного поперечного профиля применяются откосопланировщики (К-16, К-44), экскаваторы ЭМ-152В или одноковшовые экскаваторы со специальным оборудованием (ЭО-3322А, ЭО-3322Б, ЭО-3322В).

Подготовку трассы к земляным работам начинают с разбивки на местности основных параметров магистральных каналов от устья вверх. Работа по трассировке является главной составной частью рабочего проектирования и должна выполняться силами проектной организации.

Детальную строительную разбивку производят персонал строительного участка и экскаваторщики. Она заключается в установке дополнительных вех через каждые 20—30 м по оси канала и в забивке дополнительных колышков через 2—3 м по границе его бровки.

Между трассировкой и строительной разбивкой следует провести очистку трассы от деревьев, кустарника, камней и других препятствий. На участках трассы, проходящих по землям несельскохозяйственного назначения, вынутый из канала грунт оставляется в кавальерах, если на их месте не предусмотрены дороги. Подошва кавальера может быть очищена от деревьев и кустарника кусторезом. Оставшиеся после срезки пни не корчуют и камни не убирают.

Трасса канала во всех случаях должна быть очищена от лесокустарника и камней, превышающих 0,3 м в диаметре. Оставшиеся пни не корчуются, так как экскаватор удаляет их вместе с грунтом. Если отсыпанный в кавальер грунт намечен к использованию под автомобильную дорогу, то пни от срезанного кустарника и деревьев необходимо выкорчевать и с камнями удалить с трассы дороги.

Если проводящий канал проходит по сельскохозяйственным землям или землям, предназначенным к освоению, то вынутый из канала грунт, как правило, раз-

равнивают. Целесообразно произвести расчистку всей осваиваемой площади, но если это задерживает работу машин, то достаточно расчистить только трассы каналов. Суммарная ширина расчистки трассы должна быть равной ширине канала по верху, двух берм и двух кавальеров (по подошве), если последние не будут разравниваться. В противном случае очищается еще полоса для разравнивания кавальеров.

Разработанная в проекте организации работ схема передвижения землеройных машин должна быть сверена с условиями местности. В необходимых случаях подготавливаются пути для перехода машин; временные мосты, переезды, насыпи, гати и т. п.

Землеройные агрегаты следует обеспечить необходимым контрольно-измерительным инструментом: нивелиром с рейкой, шаблоном для проверки крутизны откосов, стальной рулеткой и рейкой для замера глубины.

§ 22. Производство работ одноковшовыми экскаваторами

Строительство открытых каналов ведется обычно различными землеройными машинами (скреперами, бульдозерами, экскаваторами, каналокопателями). В Нечерноземной зоне РСФСР широко используются одноковшовые экскаваторы с механическим или гидравлическим приводом.

Технологическая схема строительства открытого канала одноковшовым экскаватором определяется типом забоя (способом разработки грунта) и последовательностью проходов.

З а б о е м экскаватора называется место его работы: площадка, на которой размещается экскаватор, часть поверхности, с которой производится выемка грунта, а также площадка для установки транспортных средств, подаваемых под погрузку. Когда разработка ведется в отвал, к забою относится площадка для размещения выгружаемого из ковша грунта. Забой перемещается по мере разработки грунта.

Размеры и формы забоя зависят от типа рабочего оборудования экскаватора, его размеров, вида транспортных средств и от параметров земляного сооружения. Забой проектируется и организуется так, чтобы

оборудование использовалось наиболее эффективно, обеспечивая высокую производительность труда и снижение стоимости работ. Типы экскаваторных забоев зависят от способов разработки грунта и подразделяются на *боковой* и *лобовой* (тупиковый).

При разработке грунта боковым способом (рис. 31) ось перемещения экскаватора находится за пределами разрабатываемого массива. Экскаватор грузит грунт в транспортные средства или отсыпает в отвалы, которые располагаются сбоку от экскаватора параллельно оси его движения. Организация разработки грунта боковыми забоями позволяет наиболее полно использовать рабочие параметры экскаваторов и повысить их производительность за счет уменьшения угла поворота стрелы для разгрузки грунта в транспортные средства или отсыпки в отвал.

Лобовым способом грунт разрабатывают преимущественно при рытье траншей или каналов. В этом случае ось перемещения экскаватора находится в пределах полосы, на которой он разрабатывает грунт. Наиболее производительно работают таким способом экскаваторы, оборудованные обратной лопатой или драглайном. При работе с этими видами оборудования забой

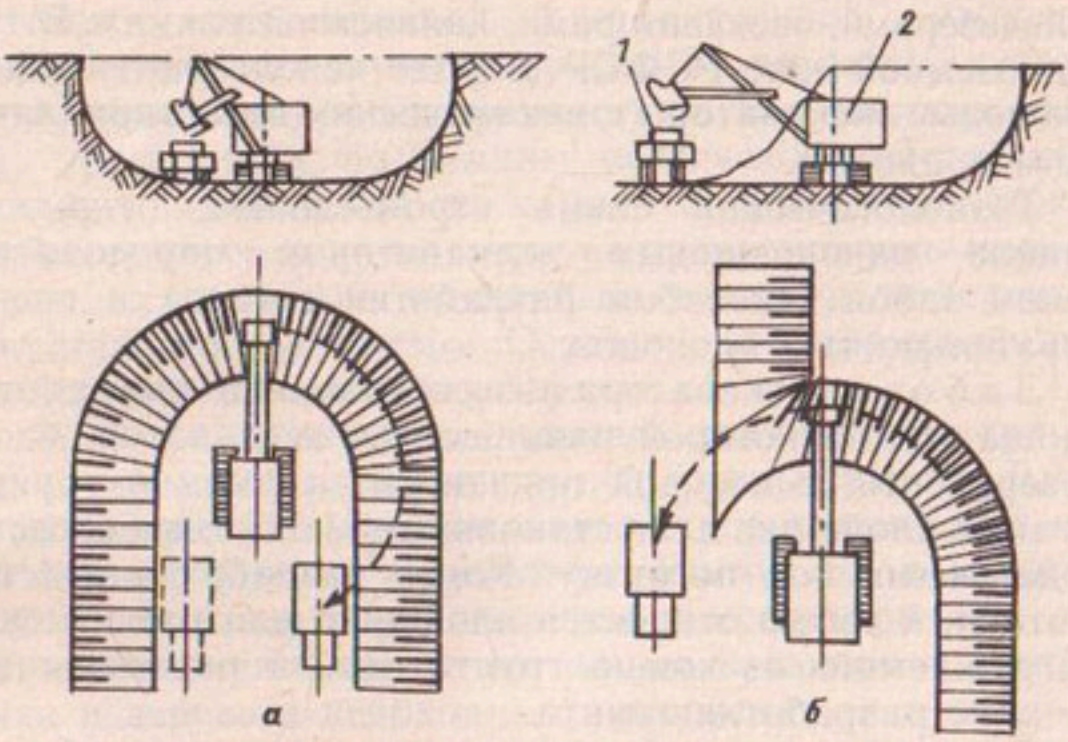


Рис. 31. Схема экскаваторного забоя при работе прямой лопатой с погрузкой и транспортные средства:

а — лобового (тупикового); *б* — бокового; *1* — самосвал; *2* — экскаватор

находится ниже уровня стоянки экскаватора, что позволяет грузить грунт в транспорт или отсыпать его в отвал с наименьшим углом поворота стрелы.

При строительстве каналов мелиоративных систем грунт разрабатывают одноковшовыми экскаваторами. Количество проходов экскаватора выбирают согласно проекту на объект осушительных и оросительных работ. Технология устанавливается по видам работ с указанием размерностей оборудования экскаваторов.

Параметры проходок и забоев должны обеспечивать работу с наименьшими затратами времени на выполнение каждого цикла экскавации (наполнение ковша грунтом, поворот к месту выгрузки грунта, разгрузки ковша и поворот к забою). Ширина проходок (забоев) должна быть такой, чтобы экскаватор мог работать при угле поворота не более 70°.

Забои экскаваторов с прямой лопатой. Прямая лопата приспособлена для выемки грунта выше уровня стоянки экскаватора и позволяет работать как в отвал, так и с погрузкой в транспорт. Из-за сравнительно небольших рабочих размеров целесообразнее использовать прямую лопату для погрузки груза.

Основные размеры экскаваторов, оборудованных прямой лопатой, определяются вместимостью ковша, длиной стрелы и рукоятки и углом наклона стрелы.

Рациональная высота забоя определяется длиной пути, необходимого для того, чтобы при разработке грунта к концу набора полностью наполнить ковш. Высота забоя, как правило, не должна превышать наибольшей высоты резания. В отдельных случаях (при разработке сыпучих грунтов или мелковзорванных пород), когда в процессе экскавации происходит осыпание грунта, допускается незначительное увеличение высоты забоя. Если в силу производственной необходимости нельзя избежать работы экскаватора в забоях, высота которых превышает наибольшую высоту резания, следует принять меры (особенно в связных грунтах) к своевременному обрушению козырьков, образующихся в верхней части забоя.

Ширина забоя определяется размерами рабочего оборудования: расстояние между экскаватором и транспортными средствами выбирается таким, чтобы экскаватор мог работать с наименьшими углами поворота.

Забои экскаватора с драглайном. Рабо-

чие размеры оборудования драглайна при равной вместимости ковшей больше, чем у прямой лопаты. Это дает возможность разрабатывать забои значительно большей глубины и ширины с выгрузкой грунта в отвал или в транспорт, а также позволяет укладывать грунт непосредственно в возводимые сооружения (насыпь и др.).

Канатная подвеска ковша к стреле создает известные неудобства при погрузке в транспорт. Однако в настоящее время опытные машинисты осуществляют погрузку в транспорт практически без затруднений ковшами вместимостью достигающей 1,6 м^3.

Экскаваторы-драглайны разрабатывают грунт лобовыми или боковыми забоями (рис. 32) в зависимости от размеров земляного сооружения и местных производственных условий. При работе в лобовом забое (рис. 32, *а, б)* экскаватор устанавливают в пределах проходки, на которой он разрабатывает грунт. При разработке грунта боковыми забоями (рис. 32, *в*) экскаватор обычно устанавливают за пределами разрабатываемой проходки.

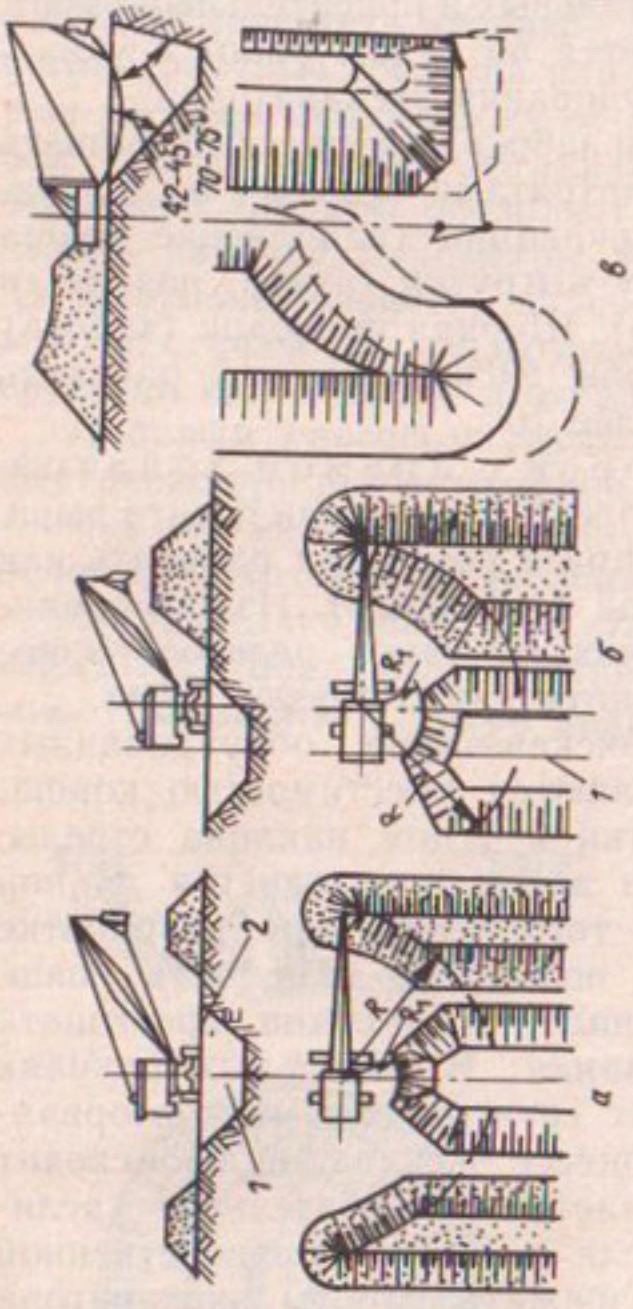


Рис. 32. Схема экскаваторного забоя при работе драглайном в отвал:
а, б — лобового; *в* — бокового; *1* — ось движения экскаватора; *2* — место стоянки экскаватора; R_1 — наименьший радиус копания; R — наибольший радиус копания

Лобовыми забоями преимущественно разрабатывают выемки, ширина которых не превышает наибольшего удвоенного радиуса резания. Работа лобовыми забоями позволяет отрыть выемку с крутыми боковыми откосами глубиной, равной наибольшей глубине резания. При этом грунт отсыпают в отвал или погружают в транспортные средства с сравнительно небольшим углом поворота платформы (до 90°), что способствует увеличению производительности экскаватора.

К преимуществам боковых забоев следует отнести возможность перемещения грунта на расстояния, большие чем при работе в лобовых забоях. Однако ширина проходок, разрабатываемых боковыми забоями, по верху выемки практически не превышает наибольший радиус резания. Кроме того, для погрузки грунта из боковых забоев в транспорт или отсыпки в отвал необходимо поворачивать платформу на 120—180°, что увеличивает продолжительность рабочего цикла экскаватора. Глубина копания при лобовом забое значительно превышает глубину копания при боковом забое, экскаватор движется вдоль его оси в пределах полосы, на которой разрабатывается грунт. При этом грунт можно укладывать в одно- или двусторонние отвалы или грузить в транспортные средства.

Выемки шириной до 1,5—2,0 радиусов врезания драглайна разрабатываются лобовыми забоями с зигзагообразными перемещениями экскаватора поперек забоя. Разрабатываемый грунт укладывают в отвалы на обе бровки выемки. Если размеры поперечного сечения траншеи велики и разработанный грунт невозможно разместить в отвалы без дополнительного перемещения, то экскаватор работает в комплексе с бульдозером. При этом обе машины работают независимо друг от друга на разных сторонах выемки: во время разработки грунта на одной стороне выемки бульдозер перемещает отсыпанный грунт на другой ее стороне.

Забои экскаватора с обратной лопатой аналогичны забоям драглайнов, они также подразделяются на лобовые и боковые (рис. 33).

Обратными лопатами чаще ведутся работы в боковых забоях с одно- или двусторонней выгрузкой грунта в отвал и с перемещением экскаватора по оси выемки.

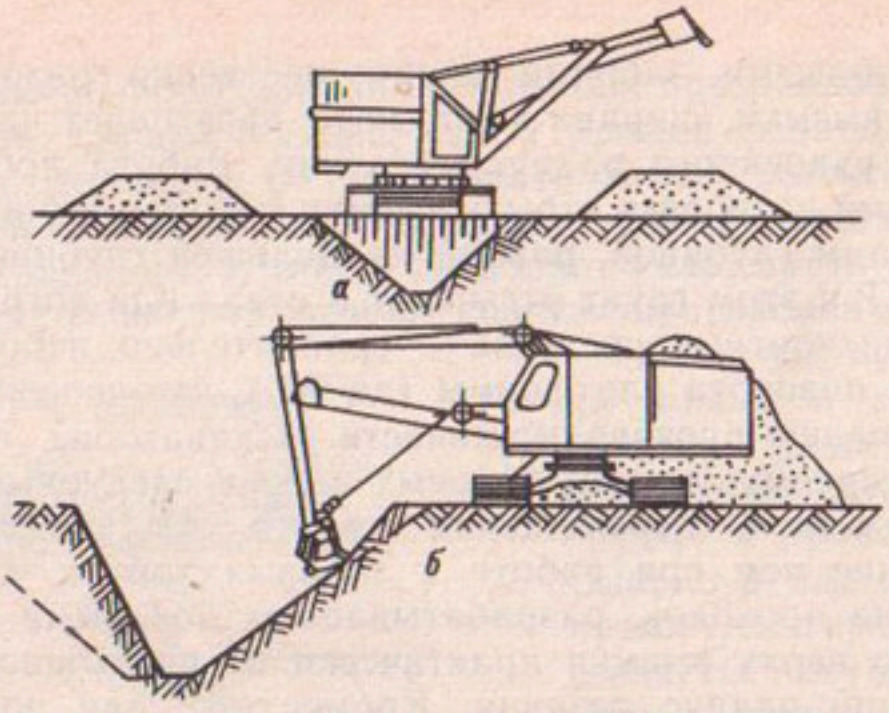


Рис. 33. Схема экскаваторного забоя при работе с обратной лопатой в отвал:

а — лобового; *б* — бокового

При выгрузке в транспорт ось перемещения экскаватора для уменьшения угла поворота смещается в сторону транспортного пути.

Автомобили устанавливают таким образом, чтобы во время выгрузки угол между стрелой экскаватора и продольной осью автомобиля был около 40°. Проносить ковш экскаватора над кабиной водителя не разрешается.

Боковые забои обратных лопат также аналогичны боковым забоям драглайнов.

§ 23. Технология строительства каналов

В практике применяют несколько технологических схем отрывки каналов одноковшовыми экскаваторами. Целесообразность использования той или иной схемы и типа машины определяется геометрическими размерами канала (глубина, ширина по верху и заложение откосов), условиями работы и в соответствии с этим — типами рабочего оборудования: обратной и прямой лопатой, драглайном и грейфером. Часто крупные магистральные каналы проходят в глубоких выемках. В таких случаях, в особенности в плотных грунтах,

рациональнее применять жесткое рабочее оборудование — обратную лопату (см. рис. 33).

Прямую лопату применяют при рыхлении твердых грунтов, которые потом в разрыхленном состоянии выбирают драглайном из русла канала.

В зависимости от условий работы и размеров каналы можно отрывать как лобовым, так и боковым забоем. Экскаватор идет по оси разрабатываемой выемки и извлекает грунт по обе стороны от оси на полную длину рукоятки. Высота забоя принимается равной максимальной высоте резания. Очевидно, в таких условиях экскаватор не может выбрасывать вынутый грунт в отвал, разработка возможна лишь с применением транспорта.

На рис. 34 показан боковой забой с погрузкой грунта выше уровня стояния экскаватора. Этот вид забоя менее выгоден, чем предыдущий, так как рабочие параметры экскаватора используются не полностью, и применяется он только в случае больших уклонов, когда невозможно вывозить грунт с подошвы забоя или, если подошва забоя представляет собой влажные и топкие грунты, по которым трудно или невозможно вывозить грунт.

У каналокопателей фрезерного типа отвал разрезает грунт на две равные части и подает его на фрезы, а лопатки разбрасывают грунт по поверхности поля. Фрезерные каналокопатели целесообразнее использовать на болотистых и торфяных почвах и на легких минеральных грунтах, не содержащих камней.

Длина осушителей (открытых каналов) зависит от уклона местности: чем больше уклон, тем длиннее каналы. Допустимый уклон дна осушителей 0,005, оптимальный 0,001—0,003. Уклон должен быть одина-

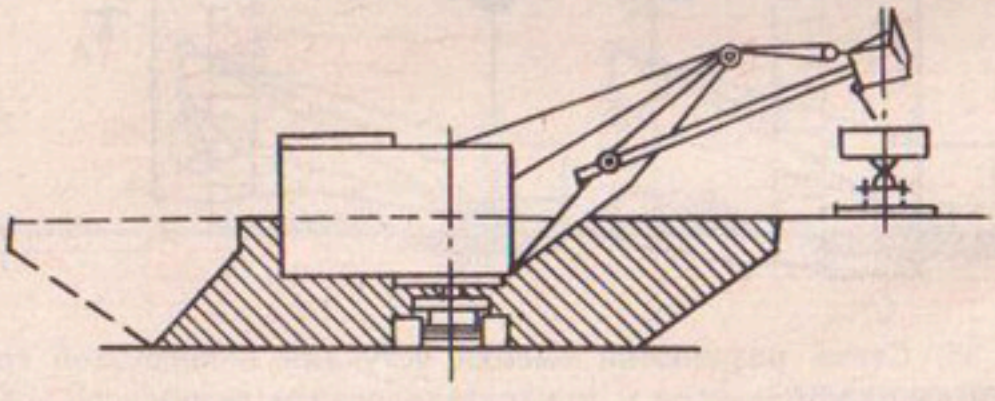


Рис. 34. Боковой забой с погрузкой выше уровня стояния экскаватора

ковым по всей длине канала или увеличиваться по мере приближения к устью.

Ширина дна осушителей в минеральных грунтах должна быть 0,3 м, а на торфяниках — 0,25—0,30 м. Заложение откосов для осушительных каналов обычно составляет от 1:0,5 до 1:1,5 и более. Плужные канало-копатели работают в болотистых и минеральных грунтах, не содержащих крупных камней или мощной корневой системы.

Открытые осушительные каналы обладают большой пропускной способностью, быстро отводят поверхностные воды без образования застоев и их сравнительно легко осматривать. Но открытые осушительные каналы имеют целый ряд недостатков: теряется до 15—20 % полезной площади, малая величина участков препятствует эффективному использованию сельскохозяйственной техники, особенно при осушении тяжелых почв, где расстояние между осушителями небольшое.

На рис. 35 представлена схема разработки широкого и глубокого канала прямой лопатой. Вначале разра-

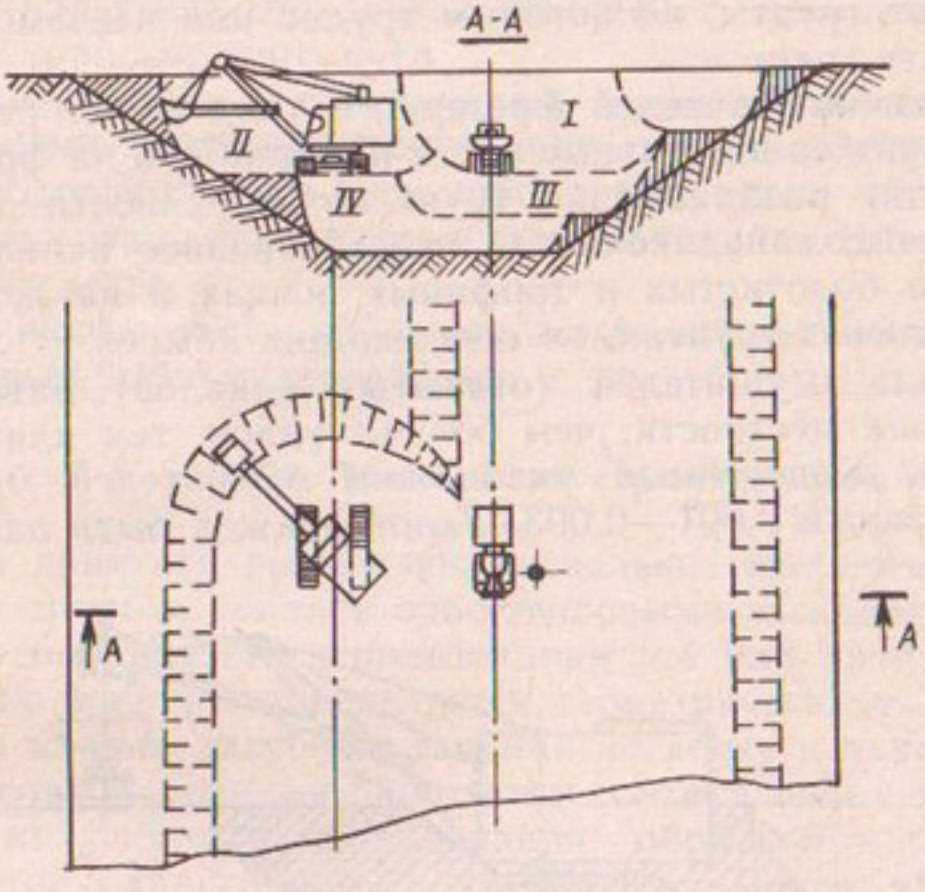


Рис. 35. Схема разработки выемки уступами с погрузкой грунта в автосамосвалы:

I, II, III, IV — забои

батывают пионерную траншею I, после чего экскаватор устанавливают на дно канала и разрабатываются II и III забои. При больших сечениях канал разбивают на большее число забоев.

В зависимости от размеров сечения отрываемого канала применяются две основные схемы его разработки: перемещение экскаватора по оси канала и перемещение экскаватора по бровке выемки. Перемещаясь по оси канала, экскаватор разрабатывает его в обе стороны на всю длину радиуса резания и на полную глубину. Разработка такого забоя возможна лишь при выгрузке грунта в транспорт, который подается под погрузку впереди по ходу экскаватора на неразработанном участке выемки.

В тех случаях, когда ширина канала увеличивается настолько, что разработка с одной стороны его становится невозможной, экскаватор устанавливают на бровке и полный профиль выполняют с двух проходов.

На рис. 36 показана схема разработки канала в полунасыпи-полувыемке, когда грунта в русле недостаточно для отсыпки дамб и приходится закладывать боковые резервы.

Полное сечение канала осуществляется за три прохода экскаватора: один — по оси канала и два — по осям резервов.

Грейферное оборудование при разработке каналов применяется очень редко, так как оно имеет меньшую производительность и меньший радиус резания при той же длине стрелы (отсутствует заброс ковша), а образующиеся откосы вызывают большие трудности.

Грейфер можно применять на очень плотных грунтах, включая мерзлые и каменистые (после взрывных работ), при разработке котлованов (перепадов, водо-

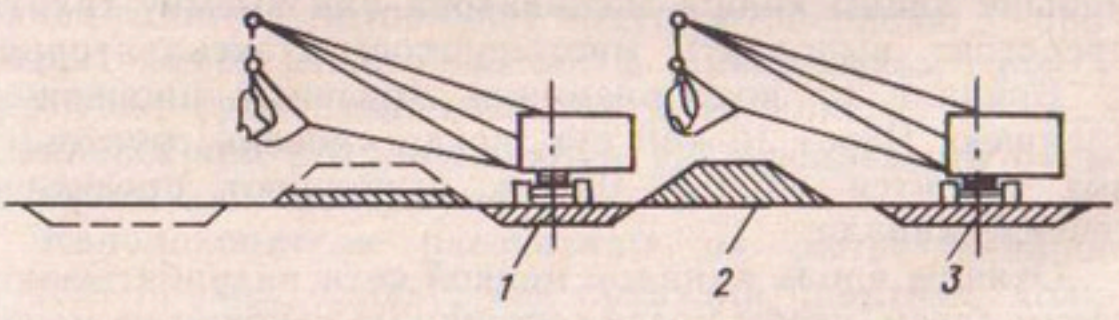


Рис. 36. Разработка канала драглайном в полунасыпи-полувыемке:
1 — канал; *2* — дамба; *3* — резерв

делителей, водовыпусков) и его узких частей, в особенности в лессовых грунтах, допускающих вертикальные откосы. Экскаватор движется по поверхности земли, разрабатывая выемку ниже стоянки, что позволяет сооружать котлованы сложной формы и различной глубины (в отдельных частях).

В водохозяйственном строительстве земляные работы осуществляют преимущественно в районах со слабыми и обводненными грунтами. В связи с этим здесь широко используются одноковшовые экскаваторы на уширенно-удлиненном гусеничном ходу: ЭО-4124, Э-304В, ТЭ-3М, ЭО-4221А.

На осушении болот и заболоченных участков применяются специальные экскаваторы (ЭО-4221) повышенной проходимости, снабженные сменным оборудованием: драглайном, обратной лопатой, грейфером и краном.

Использовать экскаваторы без специальных гусениц на слабых грунтах очень трудно, так как приходится устанавливать деревянные настилы (см. рис. 30) или металлические щиты. Общая длина щитов должна быть в 1,5 раза больше длины гусениц. Щиты укладывают поперек оси прохода экскаватора вплотную друг к другу или с интервалами, в зависимости от условий работы и массы экскаватора. По мере продвижения экскаватора щиты перекладывают, используя трос с крючками на концах. Концевые крюки цепляют за петли, закрепленные на щите, а трос прицепляют за ковш экскаватора.

Каналы в неустойчивых (оплывающих) водонасыщенных грунтах строят поэтапно, двумя способами: с устройством пионерной траншеи по оси каналов, если ширина по дну их более длины ковша экскаватора, и параллельно трассе каналов, если ширина по дну их меньше длины ковша экскаватора или выемку грунта предстоит выполнить многоковшовым экскаватором.

Вначале от водоприемника отрывают пионерную траншею. Через 10—40 сут, когда уровень грунтовых вод снизится на 0,5—0,8 м, выполняют проектное сечение канала.

Отвалы вдоль каналов мелкой сети разрабатывают таким слоем, чтобы после вспашки на глубину не менее 0,3 м с полным оборотом пласта на поверхности оказался плодородный слой толщиной не менее 0,1 м. Пласт

разделывается тяжелыми дисковыми боронами за 2—3 прохода по одному следу. Вдоль крупных каналов и водоприемников допускается разравнивать грунт слоем до 0,3—0,5 м. В местах поверхностного стока воды в канал устраивают водосбросные воронки в виде пологих ложбин шириной не менее 2 м, поверхность которых закрепляют дерном. Откосы канала и дна против устьев воронок закрепляют мощением камнем, железобетонными и бетонными плитами и т. п.

Применение землеройных машин непрерывного действия, которые способны отрывать канал полного профиля за один проход, дает возможность в несколько раз повысить производительность труда на строительстве каналов по сравнению с их строительством одноковшовыми экскаваторами.

Трассу для проводящей и мелкой осушительной сетей подготавливают одновременно. Каналокопатели используют там, где трасса очищена от камней, кустарников, крупных пней и других препятствий. Кустарник, пни, валуны выкорчевывают корчевателями, погружают на металлические листы (пены) и вывозят за пределы участка. На минеральных землях кустарник сгребают в кучи и сжигают. Если кавальеры разравнивают вслед за каналокопателем, ширина очищенной полосы должна быть не менее 12 м.

Виды подготовительных работ определяются состоянием поверхности трассы. На чистом ровном участке с выраженным уклоном, кроме разбивки трасс, другой подготовки не требуется. Если трассы проходят по местности с неровным рельефом, необходимо придать трассе уклон в соответствии с проектным уклоном дна канала.

Наиболее рациональная организация работ каналокопателями — механизированный поточный метод. Каналокопатель выполняет ведущую операцию — прорывает осушительный канал в минеральном грунте, при этом грунт укладывается в кавальеры, которые в дальнейшем разравниваются универсальными бульдозерами или грейдерами.

Каналокопатели рассчитаны на рытье каналов в один проход, однако, как показала практика, количество проходов зависит от условий работы, свойств грунта и технических требований, предъявляемых к каналам.

Каналокопатель должен прорывать канал на проектную глубину за один проход, иначе второй проход агрегата на неспланированной поверхности будет затруднен: должен быть составлен продольный профиль канала-траншеи с обозначением глубины корыта. Дно корыта должно быть выполнено при одинаковой высоте на всех отметках, что дает нужный уклон дна без ручных доделок.

Заданный уклон дна канала обеспечивается предварительной планировкой трассы тяжелым автогрейдером или планировщиком. При строительстве каналов, глубина которых превышает конструктивные возможности машины, предварительно отрывается «корыто», позволяющее разместить экскаватор-каналокопатель.

Строго по оси канала геодезисты забивают колышки с указанием проектной глубины канала. Для производства работ экскаватор ставят в исходное положение, при этом его рабочие органы заранее устанавливают на заданную ширину канала. Затем постепенно заглубляют ротор на проектную глубину. Во время работы скорость разработки экскаватора изменяют в зависимости от плотности грунта и глубины канала.

В конце гона после остановки экскаватора его рабочий орган устанавливают в транспортное положение, и экскаватор переезжает на трассу другого канала. В процессе выемки грунта мастер участка периодически проверяет глубину канала и правильность заложения откосов. Технологическая схема строительства открытой осушительной сети приведена в табл. 9.

9. Технологическая схема строительства открытой осушительной сети

Операция	Машины и орудия	Базовый механизм	Название операции
Расчистка трассы от кустарника и мелколесья	МП-2А (Д-695А), агрегат корчевальный комплексный	Трактор Т-130	Предварительная
Планировка трассы	Бульдозеры ДЗ-48, ДЗ-109, ДЗ-110А, грейферы и автогрейферы Д-700, Д-241А, ДЗ-99А, и ДЗ-31-1, планировщики ПВМ-5,0, ПАЗ	Тракторы тягового класса 3—6	Основная

Окончание табл. 9

Операция	Машины и орудия	Базовый механизм	Название операции
Рытье каналов	Плужные каналокопатели МК-14, МК-16, МК-17, экскаваторы-каналокопатели ЭТР-125А, ЭТР-171А	Т-130 или Т-4А, ДТ-75Б-С4	То же
Разравнивание кавальеров	Кавальероразравниватель МК-21	Т-130БГ-1	Промежуточная
	Универсальные бульдозеры и грейдеры	—	—
Крепление каналов:			
подготовка дернины	Бульдозеры	—	Заключительная
посев трав на откосах	Комплекс машин	—	—
облицовка	МБ-8А (плитоукладчик)	Кран МКГ-25	—

Схема движения каналокопателя. Рытье канала за один проход начинают от устья канала-собирателя. В конце канала делают поворот, а следующий канал роют от его истока (рис. 37, *а*). У устья, не доезжая до транспортирующего собирателя 6—8 м, каналокопатель выглубляют, агрегат поворачивают и начинают рытье третьего канала. В такой последовательности роют все остальные каналы. При таком способе работы не все каналы соединяют с транспортирующими собирателями, так как у каждого второго канала устье остается неотрытым на 6—8 м, от собирателя; объем ручной выемки грунта при таком способе для отрывки каждого устья составляет около 6 м^3. На выполнение этого объема работ на легких грунтах требуется 1 чел.-день, на тяжелых грунтах — 2 чел.-дня.

Для сокращения ручных доделочных работ обычно каналы роют за один проход (рис. 37 *б*), начиная от устья (от транспортирующего собирателя) по направлению к истоку, с холостым заездом от истока к устью следующего канала. При этом способе работы все каналы соединяют с транспортирующим собирателем, отчего значительно снижаются ручные доделочные работы при доработке устьев.

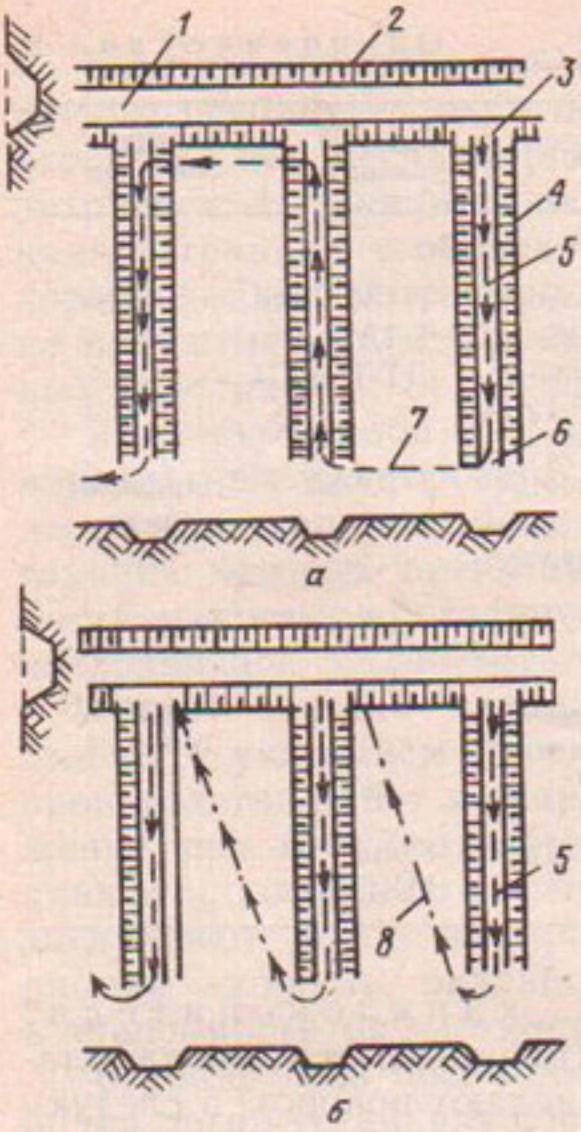


Рис. 37. Схема движения каналокопателя:

а — от устья и от истока; *б* — только от устья; *1* — транспортирующий собиратель; *2* — бровка; *3* — устье канала-осушителя; *4* — канал-осушитель; *5* — рабочий ход каналокопателя; *6* — исток канала; *7* — поворот агрегата; *8* — холостой ход от истока к устью канала

На сильноувлажненных и тяжелых грунтах каналы часто выполняют за два прохода. Первый заезд проводят каналокопатели от устья до истока канала, а вслед за ними идет бульдозер или грейдер и разравнивает кавальеры. При втором проходе каналокопатель начинает рыть канал с недоработанным устьем. Недостаток такого способа состоит в том, что при втором проходе по каналу с уже отрытым устьем приходится идти от истока и у устья выводить агрегат из канала. При выводе агрегата значительная часть грунта остается в канале, нарушается откос и требуются значительные ручные доделочные работы. Для устранения этого недостатка при двухпроходном рытье канала первый и второй проходы каналокопателя проводят последовательно от устья. При этом способе первый проход агрегата начинают от устья канала; за каналокопателем проходит бульдозер или грейдер, который разравнивает кавальеры для второго прохода каналокопателя.

На строительстве канала от устья транспортирующего собирателя тракторист разворачивает трактор, к которому прицеплен каналокопатель, и подает агрегат задним ходом до тех пор, пока каналокопатель не опустится в транспортирующий собиратель. В момент

установки каналокопателя на заданную глубину к агрегату прицепляют еще один или два трактора.

Каналы, выполненные каналокопателем, обычно нуждаются в той или иной ручной доделке: планировке устьев и незначительной подчистке дна. Расчистка устьев необходима в связи с тем, что каналокопатели немного не добирают дно, так как при опускании каналокопателей в транспортирующий собиратель бермоочистители ложатся на противоположный откос и не позволяют брать полную глубину. Оставшуюся часть грунта вынимают вручную. На расчистку каждого устья затрачивают 0,5—1,0 чел.-ч. При устройстве устьевых переездов применяют экскаватор ЭО-3322Б и бульдозер ДЗ-109.

Требования к качеству работ следующие: каналы должны быть прямые, без искривлений и изгибов, дно канала, и особенно его устье,— чистым, без комьев грунта. Вынутый грунт разравнивают слоем высотой не более 10 см. По обеим сторонам канала в пониженных местах должны быть устроены водосбросные воронки, проложенные в виде борозд в сторону поля до места скопления воды (блюдец).

Строительство осушительных каналов специализированными машинами (каналокопателями) позволяет значительно увеличить скорость прокладки каналов, улучшить качество откосов и в отдельных случаях исключить операции по планировке откосов и разравниванию кавальеров. При этом каналокопатели должны не только вынуть грунт, но и подготовить откосы канала к креплению или залужению.

Плужные каналокопатели при устройстве осушительного канала поднимают грунт на поверхность и бермоочистителями отодвигают его от бровки на обе стороны канала, образуя бермы *2* (рис. 38) шириной 0,4—0,6 м.

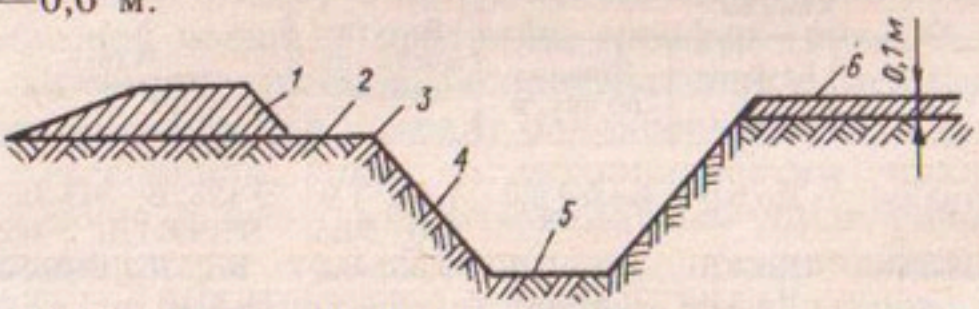


Рис. 38. Профиль осушительного канала:

1 — кавальер; *2* — берма; *3* — бровка; *4* — откос; *5* — дно; *6* — кавальер после выравнивания грунта

При производстве земляных работ по регулированию рек-водоприемников и строительству осушительных каналов применяют различные землеройные машины. Наиболее распространены землеройные машины циклического (одноковшовые экскаваторы) и непрерывного действия (плужные каналокопатели, экскаваторы-каналокопатели с активными рабочими органами).

Для отрывки каналов могут быть использованы одноковшовые экскаваторы как специальные болотные, с давлением ходовой части на поверхность почвы 15—20 кПа, так и общестроительные (табл. 10).

Для работы на слабых переувлажненных грунтах экскаваторы, имеющие повышенное давление на грунт, устанавливают на щиты, которые во время работы переносятся на новую позицию этим же экскаватором.

При отрывке каналов одноковшовыми экскаваторами с использованием обычных ковшей откосы канала получаются неровными, с нарушенной структурой грунта, что приводит к быстрому разрушению откосов, заилению канала и нарушению его нормальной работы. В качестве дополнительного сменного оборудования к экскаваторам разработаны специальные профильные ковши разной вместимости, предназначенные для рытья каналов с заложением откосов от 1:1 до 1:2. Применение профильных ковшей позволяет одновременно с выемкой грунта планировать и откосы каналов, благодаря чему они нашли широкое распространение в мелиоративном строительстве.

10. Техническая характеристика одноковшовых экскаваторов для строительства осушительных каналов

Каналы			Вместимость ковша, м³	Марка
Тип	Глубина, м	Ширина по дну, м		
Магистральные	До 6,0	Более 2,0	1,25; 1,0; 1,0; 0,65	Э-1252Б; ЭО-4221А, Э-19911Д, Э-652Б
Проводящие	До 4,5	2,0—0,8	0,65; 0,5	Э-652Б, Э-5015Б
	До 3,0	0,8—0,4	0,4	Э-304В
Регулирующие	До 1,3	0,4—0,2	0,4	Э-304В

Прокладка каналов глубиной 1—1,2 м наряду с одноковшовыми экскаваторами может осуществляться плужными каналокопателями МК-13, плужно-фрезерными каналокопателями МК-17, экскаваторами-каналокопателями ЭТР-125А, ЭТР-172А.

Одноковшовые экскаваторы, оборудованные механическим или гидравлическим приводом, на гусеничном или пневматическом ходу, являются мощным средством механизации тяжелых и трудоемких земляных работ. Их применяют для разработки грунтов I—IV групп и разрыхленных скальных пород для котлованов, траншей, осушительных и оросительных каналов, сооружений насыпей, выполнения дорожных, карьерных и других земляных работ.

Выбор типа экскаватора и вида рабочего оборудования осуществляется в зависимости от грунтовых и климатических условий, параметров земляных сооружений и времени года. Экскаваторы на гусеничном ходу используют на сосредоточенных объектах земляных работ, где не требуется частых перебазировок. Экскаваторы на пневмоколесном ходу целесообразно применять на рассредоточенных объемных работах, на грунтах с высокой несущей способностью.

Рабочий процесс одноковшовых экскаваторов выполняется повторяющимися циклами. Цикл состоит из следующих операций: захват грунта и наполнение ковша (копание), подъем наполненного ковша, поворот рабочего оборудования к месту разгрузки, разгрузка ковша, обратный поворот рабочего оборудования в забой. По мере разработки забоя экскаватор передвигается на новое место стоянки.

По виду рабочего оборудования различают экскаваторы: с жестко направленным движением рабочего органа — прямая лопата, обратная лопата, струг, копер (рис. 39, *а, б, г, е*) и др.; с непосредственной канатной подвеской ковша — драглайн, грейфер (рис. 39, *в, д*).

Преимущественное распространение в мелиоративном строительстве находят одноковшовые экскаваторы на гусеничном ходу с гидравлическим приводом. В отличие от экскаваторов с канатным управлением они позволяют не только повысить производительность труда, но в значительной степени механизировать выполнение земляных работ, сократить применение ручного труда для выполнения таких работ, как зачистка

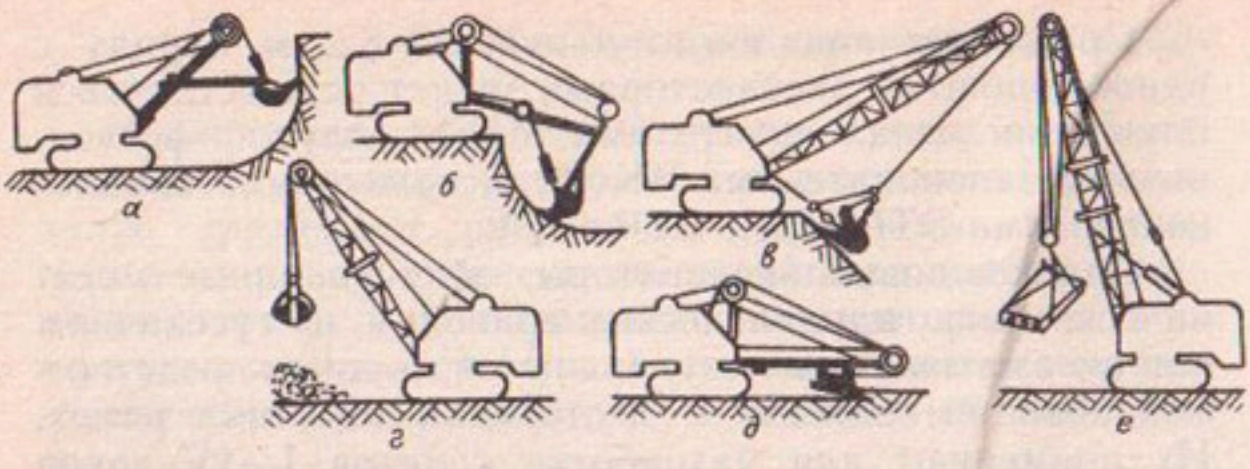


Рис. 39. Экскаватор со сменным оборудованием:

а — прямая лопата; *б* — обратная лопата; *в* — драглайн; *г* — струг для разравнивания грунта; *д* — грейфер; *е* — кран с уплотнительной плитой

грунта после работы экскаваторов на земляных сооружениях. Количество различных видов сменного рабочего оборудования и рабочих органов гидравлических экскаваторов непрерывно увеличивается, что позволяет расширить область их применения в мелиоративном производстве и механизировать выполнение ряда сложных работ при строительстве осушительных и оросительных систем.

Экскаваторы универсальные с гидравлическим приводом изготавливают на гусеничном и колесном ходу и оснащают несколькими видами сменного оборудования: прямая лопата, обратная лопата, драглайн, струг, кран и др. Большое применение имеет полноповоротный экскаватор ЭО-3322Б на пневматическом ходу. Он предназначен для земляных работ в грунтах I—IV групп, с набором сменного рабочего оборудования: ковшами — планировочным, грейферным для устройства колодцев, для узких траншей, для погрузки, обратной и прямой лопат; грейфером двухчелюстным; оборудованием для уплотнения грунта; гидромолотом и другим оборудованием, которое позволяет более эффективно использовать одноковшовые универсальные гидравлические экскаваторы на земляных и погрузочно-разгрузочных работах.

Экскаватор ЭО-4121А на гусеничном ходу предназначен для земляных работ в грунтах I—IV групп. Он комплектуется профильным ковшом обратной лопаты, пятичелюстным грейфером, гидромолотом и другим оборудованием, позволяющим использовать его более эффективно на земляных и погрузочно-раз-

грузочных работах. Назначение экскаваторов с гидроприводом то же, что и с канатным управлением. Они имеют большие технологические возможности и высокую производительность.

Одноковшовые экскаваторы можно применять не только на земляных, но и на монтажных, погрузочных работах, на забивке свай и др.

Одноковшовые экскаваторы на гусеничном ходу с приводом механизмов от двигателя внутреннего сгорания являются ведущими землеройными машинами на мелиоративно-строительных работах. Эти экскаваторы снабжены сменным рабочим оборудованием: драглайном, обратной и прямой лопатой, краном и копром.

Драглайн (рис. 40) используется на выемке грунта ниже уровня стоянки: вскрышные работы, разработка котлованов, возведение насыпей, сооружение мелиоративных и ирригационных каналов, очистка или углубление рек и каналов, прокладка крупных магистралей, канализации и водопроводов. Его можно использовать

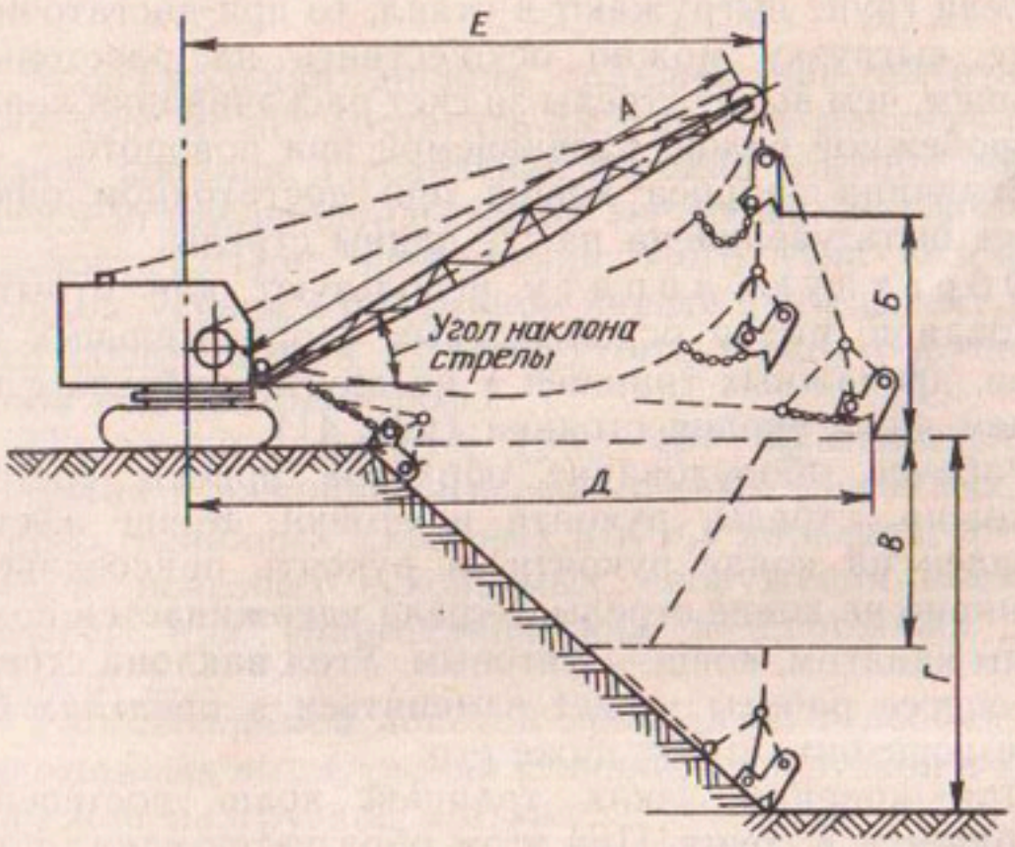


Рис. 40. Схема экскаватора Э-652Б с драглайном:

А — длина стрелы; *Б* — наибольшая высота выгрузки; *В*, *Г* — глубина копания; *Д* — наибольший радиус копания; *Е* — наибольший радиус выгрузки

для погрузки грунта на транспорт и в специальные погрузочные бункера.

Ковш драглайна имеет форму совка, открытого сверху и спереди. На передней кромке ковша зубья сменные. Боковые стенки выступают вперед и охватываются сверху аркой, придающей передней части ковша необходимую жесткость.

Во время копания ковш перемещается тяговым канатом, причем в подъемном канате выбирается только слабина. В средних грунтовых условиях ковш наполняется, пройдя расстояние, равное примерно трех-четырехкратной длине ковша.

Поднятый ковш удерживается от опрокидывания разгрузочным канатом, длина которого должна быть отрегулирована так, чтобы при натяжении подъемного или тягового канатов днище ковша было наклонено под углом 15—20° к горизонту.

Для разгрузки ковша отпускают тяговый канат; разгрузочный канат при этом ослабевает и ковш с грунтом, благодаря расположению центра тяжести оси подвески, опрокидывается.

Если грунт выгружают в отвал, то при достаточном опыте выгрузку можно осуществить на расстоянии большем, чем вылет стрелы за счет раскачивания ковша центробежной силой, развиваемой при повороте.

Величина заброса ковша при достаточном опыте может быть увеличена на $^1/_3$ длины стрелы.

Обратную лопату используют для отрытия котлованов, рытья осушительных и оросительных каналов, дренажных траншей и на других работах с копанием ниже уровня стоянки (рис. 41).

Рабочее оборудование обратной лопаты состоит из ковша, стрелы, рукояти и стойки. Ковш жестко укреплен на конце рукояти, а рукоять присоединена шарнирно на конце стрелы. Стрела удерживается подъемным канатом, ковш — тяговым. Угол наклона стрелы в процессе работы может изменяться в пределах 60° выше горизонта и 30° ниже его.

При копании узких траншей ковш постепенно углубляется в грунт. При этом образуется канал с отвесными боковыми стенками шириной, равной ширине ковша. При повороте стрелы в плане разрабатываются более широкие траншеи или котлованы.

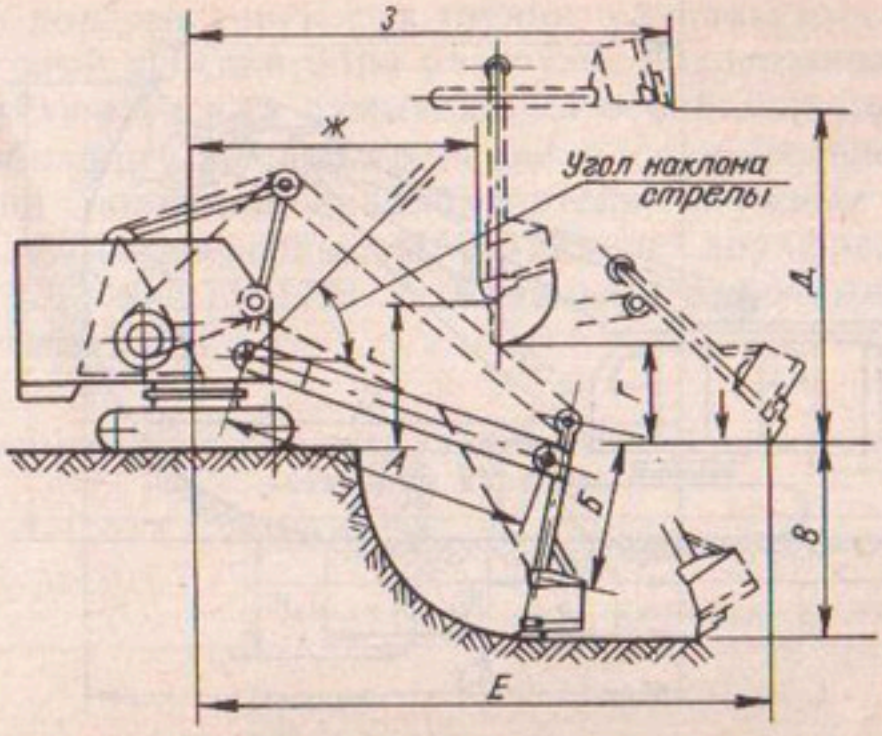


Рис. 41. Схема экскаватора Э-652Б с обратной лопатой:

А — длина стрелы; *Б* — длина рукоятки; *В* — наибольшая глубина копания; *Г* — начальная высота выгрузки; *Д* — конечная высота выгрузки; *Е* — наибольший радиус копания; *Ж* — начальный радиус выгрузки; *З* — конечный радиус выгрузки

Максимальная ширина траншей при выгрузке в транспорт может достигать $2R$, где R — максимальный радиус копания. Предельная глубина копания определяется углом наклона стрелы (не менее 30—35° выше горизонта). При превышении этого угла возникают большие усилия в подъемном канате при подъеме рабочего оборудования и, кроме того, может обрушиться забой под экскаватором.

Прямая лопата (рис. 42) применяется для вскрытия и разработки всевозможных (песчаных, гравийных, глиняных, скальных и т. п.) карьеров, а также добычи полезных ископаемых, сооружения выемок и насыпей при гидротехнических и дорожных работах и т. д.

Работы прямой лопатой проводятся в забоях, расположенных выше уровня стоянки, с погрузкой в транспорт или разгрузкой в отвал.

Рабочий процесс экскаватора с прямой лопатой состоит из следующих последовательных операций: копание, поворот из забоя, выгрузка и обратный поворот в исходное положение, выдвижение или втягивание рукоятки, опускание ковша и др.

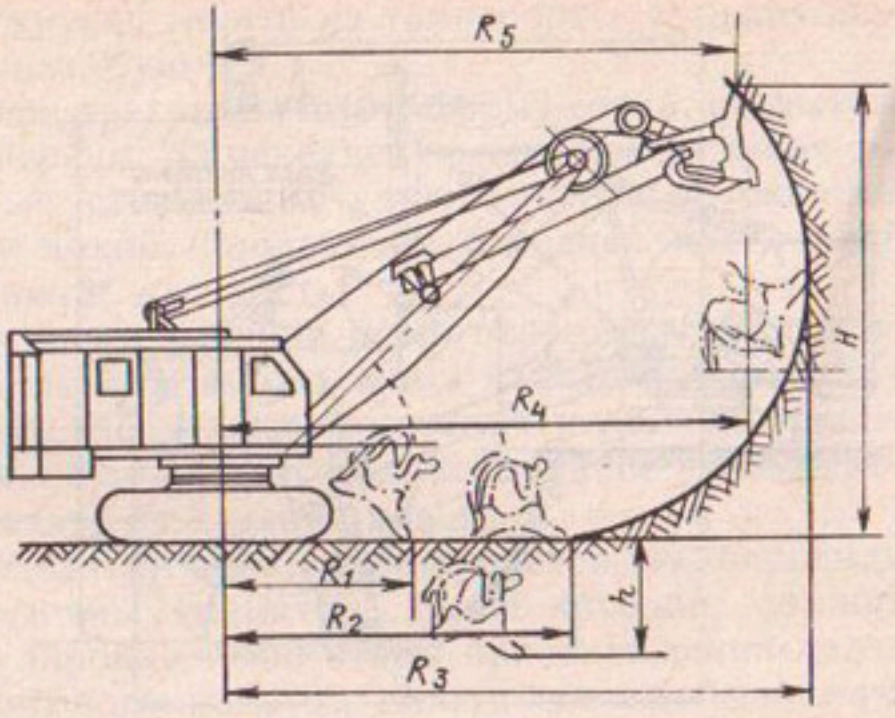


Рис. 42. Рабочие размеры экскаватора, оборудованного прямой лопатой:

R_1 — наименьший радиус копания; R_2 — радиус копания на уровне стоянки; R_3 — наибольший радиус копания; h — глубина копания ниже уровня стоянки; R_4 — наибольший радиус выгрузки; R_5 — радиус копания при наибольшей высоте выгрузки; H — наибольшая высота копания

Продолжительность копания зависит от скорости резания и высоты забоя.

Грейфер используется при погрузке сыпучих материалов, рытье котлованов и ям, очистке озер и т. д. Применяются обычно двухканатные двустворчатые грейферы. При грейферном оборудовании используется та же стрела, что и для драглайна. Наклон стрелы при работе грейфером — 40—70° над горизонтом. Подъемный, или поддерживающий, канат прикреплен шарнирно к головке грейфера. Замыкающий канат образует полиспаст между блоками верхней и нижней подвески грейфера, а затем через головные ролики стрелы идет к тяговому барабану лебедки.

В раскрытом положении ковш висит на заторможенном поддерживающем канате. Для набора грунта поддерживающий канат освобождается и ковш падает в раскрытом виде вниз, врезаясь в грунт. После включения тягового барабана ковш закрывается под действием замыкающего полиспаста и с грунтом поднимается на замыкающем канате вверх.

Слабина поддерживающего каната выбирается либо включением подъемного барабана, либо автома-

тически под действием сил трения, развиваемых фрикционом этой лебедки. При разгрузке поддерживающий канат включается, а замыкающий освобождается.

Наибольшее распространение в осушительной мелиорации получили каналокопатели плужные (МК-13), плужно-фрезерные (МК-17) и двухфрезерные (КФН-1200 и ЭТР-172) с активными рабочими органами (табл. 11).

11. Техническая характеристика каналокопателей для строительства открытых каналов

Параметры	Модель			
	МК-13	МК-17	КФН-1200	ЭТР-172
Тип	Прицепной	Навесной		
Базовое шасси	Т-130БГ	ДТ-75Б	Т-130БГ-3	Специализированное самоходное
Мощность двигателя, кВт	103	55	103	125
Профиль отрываемых каналов	Трапецеидальный			
Размеры отрываемых каналов, м:				
глубина	0,6	0,5	1,3	1,7
ширина по дну	0,4	0,35	0,25	0,25
Количество фрез	—	1	2	2
Диаметр фрез по ножам, м	—	1,55	2,5	3,0
Дальность разбрасывания грунта, м	—	6,0	9,5	9,0
Привод рабочего органа	—	Механический		Гидравлический
Средняя производительность, $м^3/ч$:				
в минеральных грунтах I—II категории		60	100	280
в торфяных грунтах		150	240	420
Рабочая скорость, км/ч:				
в минеральных грунтах	1,4			
в торфяных грунтах	2,5			

§ 25. Технология производства вспомогательных работ

Кроме основной операции — разработки полного профиля канала при строительстве открытой сети — выполняют вспомогательные операции: разравнивание кавальеров, планировку и крепление откосов и дна.

Вынутый из каналов грунт разравнивают по прилегающему полю, если не планируется устройство кавальеров. Приканальная полоса может быть использована в качестве полевой дороги или скотопрогона. В этом случае вынутый грунт разравнивают на ширину проектируемой грунтовой дороги. Если грунт оставляют в кавальерах, то им придают правильную форму с крутизной откосов в сторону канала не менее 1:2, а в сторону поля без ограничений.

Разравнивание вынутого грунта, устройство кавальеров и насыпей под дорогу или скотопрогон следует производить после проверки выемки, пока грунт находится в разрыхленном состоянии и легко разравнивается бульдозерами на тракторах класса тяги 30 кН или даже грейдерами. Для разравнивания уплотнившегося грунта требуется более мощный бульдозер на тракторе класса тяги 60 кН. Мокрые грунты, особенно глинистые, трудно поддаются разравниванию. Поэтому во время длительных осенних дождей работы по разравниванию лучше не производить, а отложить их до сухого периода.

При устройстве насыпей под дорогу или скотопрогон с приканальной полосы предварительно снимают растительный слой и разравнивают его по полю. Затем в пониженных местах поперек дороги или скотопрогона укладывают трубы (лучше железобетонные) для стока воды в канал. Диаметр труб, глубина их закладки определяются проектом. При строительстве осушительных каналов необходимо стремиться сохранить плодородие почвы в зоне разравнивания вынутого грунта. Поэтому в тех случаях, когда разравниваемый грунт должен закрыть почвы высокого естественного плодородия (например, огородные земли), целесообразно сдвинуть растительный слой по всей полосе разравнивания, а также с трассы канала. После разравнивания этого участка ранее сдвинутый растительный грунт передвигают на прежнее место. Опыт такой технологии несмотря на значительную трудоемкость показал высо-

кую его эффективность, особенно на почвах, богатых гумусом.

Разравнивание кавальеров. Кавальеры разравнивают универсальными бульдозерами продольным способом. Бульдозер движется вдоль канала, сдвигая грунт с полевой стороны к берме. Цикл повторяется в обратном направлении, если кавальеры уложены по обе стороны канала.

При односторонней отсыпке бульдозер, разровняв грунт, начинает движение в обратном направлении по другому каналу и разравнивает его кавальер или идет холостым ходом. Продольный способ разравнивания кавальеров универсальными бульдозерами является наиболее производительным и рациональным.

Неполноповоротным бульдозером разравнивание производят диагональным способом. В этом случае машину подводят почти под прямым углом к оси канала, как можно ближе к его бровке, и движением в сторону поля срезают торцóвую часть кавальера, разравнивая грунт на заданную толщину. Затем бульдозер снова возвращается к бровке канала и повторяет операцию с перекрытием предыдущего захода на 0,3—0,5 м. Для увеличения выемки грунта целесообразно перемещать грунт кавальера не сразу на всю ширину полосы разравнивания, а в два приема с тем, чтобы уменьшить потери грунта при перемещении бульдозера.

Полосу разравнивания бульдозер заглаживает тыльной стороной отвала, двигаясь задним ходом. Способы планировки откосов канала выбирают в зависимости от глубины канала и заложения откосов. До начала работ по откосу через каждые 20 м выставляют разбивочные колья с откосниками, по которым машинист ориентируется при выполнении планировки.

Планировка откосов канала. Планировку каналов глубиной до 3 м можно выполнить грейдером (рис. 43, *а*), бульдозером (рис. 43, *б*) с обычным отвалом или со специальными откосниками. Планировку необходимо проводить последовательно в несколько проходов, начиная с верхней части откоса.

Откосы канала глубиной более 3 м планируют экскаваторами-планировщиками (рис. 43, *г,д*), профилировщиками, многоковшовыми экскаваторами поперечного копания (рис. 43, *з*), экскаваторами с драглайном или оборудованными двухотвальным планировщиком (рис. 43, *и, к*).

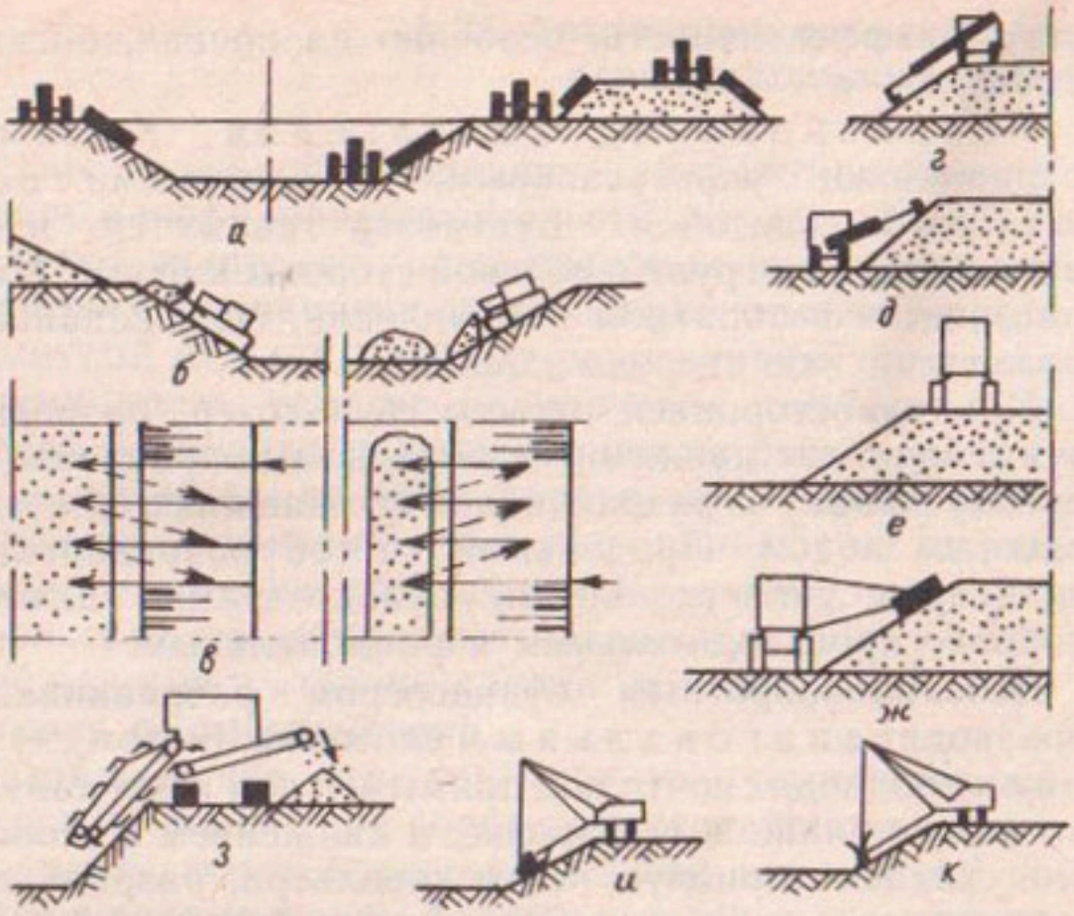


Рис. 43. Схема планировки откосов каналов:

а — прицепным грейдером; *б*, *в* — бульдозером; *г*, *д* — экскаватором-планировщиком; *е*, *ж* — одноковшовым экскаватором с профильным ковшом; *з* — многоковшовым экскаватором поперечного копания; *и* — экскаватором с рабочим оборудованием драглайн; *к* — экскаватором с рабочим оборудованием драглайн и двухотвальным планирующим скребком

Для прохода машин при планировке откосов бермы с двух сторон канала освобождают шириной не менее 2 м. Планировку производят при движении машины вдоль канала на постоянном расстоянии от бровки. В зависимости от величины угла захвата рабочего органа планировку откосов можно производить с подъемом срезанного грунта вверх по откосу на берму канала (рис. 43, *б*) или со сбором срезанного грунта внизу откоса (рис. 43, *в*). Срезанный с откосов грунт в процессе планировки дна канала перемещают в кавальеры и разравнивают бульдозером или грейдером.

Планировку дна канала следует выполнять бульдозерами или грейдером продольным способом.

Открытые каналы осушительных систем, особенно проводящие и транспортирующие, являются одним из главных элементов, от исправности которых зависит эффективность действия всей осушительной системы. Крепление откосов и дна канала делает его устойчивым

к разрушению весенними водами и механическим повреждениям.

Крепление каналов. Эту операцию выполняют в соответствии с технологией проекта. Чтобы создать устойчивый профиль и сохранить канал от деформаций, укрепляют его откосы и дно.

Поверхности откосов покрывают растительной землей толщиной 5—7 см и засевают многолетними травами (для предохранения от выветривания, смыва грунта и зарастания нежелательной растительностью); устраивают на подошве откоса стены высотой 15—40 см из плетня, досок и другого материала; укладывают на дно каналожелезобетонные лотки той же высоты.

Крепить откосы осушительных каналов можно несколькими способами: сплошным ленточным одернованием, одернованием нижней части откоса или сплошными плитками. Заготавливают дерн в мае, июне, июле, а одерновывают откосы каналов весной и осенью. Перед одерновкой поверхность откосов планируют и увлажняют. Уложенный дерн также увлажняют.

При сплошном ленточном способе дерн кладут сплошными полосами перпендикулярно основанию откоса. Во время заготовки дерн нарезают полосами толщиной, равной расположению основной массы корней луговых растений, и шириной 40—60 см. При сплошном плиточном способе укладки дерн нарезают прямоугольниками 25×40 или 30×50 см и укладывают горизонтальными рядами вдоль откоса с разбежкой стыков. Крепят дерн к откосу деревянными спицами длиной не менее 30 см.

Дернокрошку для откосов каналов заготавливают на площадях, где в травостое дернины пробладают злаки и клевер. При заготовке дернокрошки дернину дробят дисковой бороной или болотной фрезой. Приготовленную дернокрошку погружают бульдозером-погрузчиком на переоборудованный агрегат РПТУ-2А, транспортируют к каналу и равномерно разбрасывают по откосу. Дернокрошку на откосе прикатывают катком.

Крепление дна каналов производят дощатыми (плетневыми) стенками или железобетонными лотками.

Дощатую или плетневую стенку на подошве откоса устанавливают после разбивки оси по дну канала.

Колья, доски или хворост заготавливают заблаговременно.

Чтобы дощатая стенка была прямолинейна, ось канала разбивают по вехам, устанавливаемым через 30—40 см. От вех на расстоянии, равном половине проектной ширины канала, по дну забивают деревянные колья, по которым туго натягивают шнур для обозначения положения стенки. Колья забивают у подошвы откоса по натянутому шнуру с соблюдением шага в соответствии с проектом. На уровне дна канала между двумя противостоящими кольями в случае надобности устанавливают деревянную распорку. К забитым кольям со стороны откоса заплетают плетень или ставят на ребро доски толщиной 25 мм, шириной 15—20 см и прижимают их к кольям гравийно-песчаной призмой. Пазуху за дерном или гравийно-песчаной призмой засыпают местным грунтом. Затем укрепляют верхнюю часть откоса в соответствии с принятым типом крепления.

При креплении дна каналов устанавливаются железобетонные лотки, укладка которых в водонасыщенных грунтах производится на песчано-гравийную подушку (основание).

Крепление дна и откосов железобетонными плитами производится также по слою щебня или гравия. При этом швы между плитами не должны превышать 2 см на прямолинейных и 6 см на закругленных участках канала.

На участках, где скорость воды превышает допустимые значения для данного грунта, применяют капитальные виды крепления гравием, щебнем, камнем. При креплении камнем используют булыжник, который укладывают по слою мха или гравия, на неустойчивых грунтах — по слою дерна. Щели между камнями заполняют щебнем.

Подошвы откосов, постоянно находящиеся под уровнем воды, можно крепить фашинами, плетневыми, дощатыми или жердевыми стенками (рис. 44, *а*).

При укладке фашин их заглубляют в подошву откоса и прибивают кольями, со стороны откоса за фашину укладывают дерн.

В ряде случаев применяется крепление каналов дощатыми стенками высотой 0,15—0,20 м с одерновкой нижней части откосов на ширину 0,8—1,2 м. Пласты

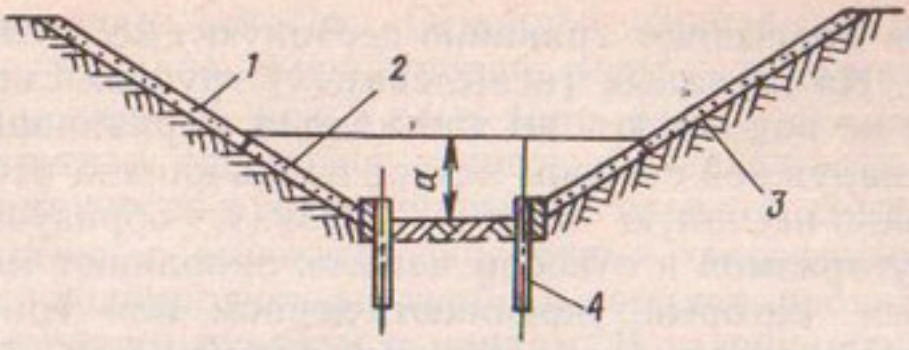


Рис. 44. Крепление откосов каналов:

1 — засев (залужение) травой; *2* — торфодерновый ковер; *3* — подсыпка гумусового грунта; *4* — деревянная стенка; *а* — высота укладки торфодернового ковра

дерна на откосе плотно укладывают друг к другу и крепятся к откосу деревянными спицами.

Крепление дна каналов устройством на подошве стенки «заборного» типа с железобетонными распорными рамами и плитами осуществляют после разбивки по оси дна канала. Рамы устанавливают строго по шнуру, натянутому по одной стороне откоса от оси на расстоянии, равном половине проектной ширины канала по дну. Железобетонную раму устанавливают так, чтобы верхняя плоскость ее ригеля находилась заподлицо с дном канала. Для этого в легких грунтах на месте установки рам поперек дна выбирают канавку.

В тяжелых грунтах на дне канала предварительно подготавливают песчано-гравийную смесь толщиной 7—10 см. По мере установки рам на их верхний выступ и на дно подсыпают гравийно-песчаную подготовку, затем прижимают железобетонные плиты к стойкам местным грунтом или гравийно-песчаной призмой, отсыпанной за плитами. Выше откос укрепляют в соответствии с принятым типом крепления.

При креплении дна каналов железобетонные лотки, в которых имеются разгрузочные отверстия или пустоты, предварительно развозят по каналу и укладывают в штабеля на одной стороне канала. Расстояние штабеля от бровки должно быть достаточным для проезда монтажного крана, а расстояние между центрами штабелей равно удвоенному вылету стрелы крана.

Укладывают лотки монтажным краном на подготовленное дно канала по шнуру, натянутому по одной стороне от оси на расстоянии, равном половине проектной ширины канала по дну. В глинистых грунтах под дно

лотков подсыпают гравийно-песчаную смесь слоем до 10 см. На песчаных (непылеватых) грунтах смесь под лотки не подсыпают, но дно канала выравнивают.

С наружной стороны лотков вдоль канала отсыпают гравийно-песчаную призму. Пазуху, образующуюся между призмой и откосом канала, заполняют местным грунтом, который укрепляют дерном или гравийной отсыпкой. Зазор между лотками должен быть не более 2 см. На закруглениях канала проектный радиус достигается последовательным поворотом каждого следующего звена лотка на угол, раскрывающий зазор между лотками на внешней кривой не более 5—8 см. Эти зазоры следует закрывать со стороны откоса дерном. Верхнюю часть откоса крепят согласно принятой схеме.

В настоящее время все большее распространение находит способ крепления каналов торфодерновыми коврами. По сравнению с обычным дерном они обладают повышенной прочностью, что обеспечивает их сохранность при транспортировке и хранении сроком до 30 дней (при поливе).

Торфодерновые ковры выращивают на выработанном торфе. За летний строительный период с одной площадки можно снимать ковры 2 раза. Основное сырье для выращивания ковров — торф и семена многолетних трав, при этом компоненты смеси семян многолетних трав можно комбинировать.

Торфодерновые ковры снимают специальной машиной МСК-1 или вручную, ровную поверхность их разрезают на полосы (шириной 60 см и длиной до 5 м) дисковыми ножами, установленными на тракторе. Затем полосы ковров скатывают в рулоны диаметром 50—60 см. Краном или вручную рулоны грузят на транспортные средства для перевозки их на объект. При переноске ковров в центр рулона вставляют деревянные стержни (колья).

Ковры укладывают на спланированные откосы. Между ковром и поверхностью откоса не должно быть зазора, иначе корни трав не прорастут в грунт. Ковры укладывают вручную снизу вверх и прикрепляют к грунту деревянными колышками длиной 15—18 см. Они прирастают к поверхности откоса в зависимости от условий увлажнения и механического состава грунта за 3—6 дней после их укладки.

Крепление откосов. Основной способ крепления откосов каналов выше уровня воды — одерновка и залужение травами (рис. 44).

Сплошная одерновка откосов осушительных каналов применяется в неустойчивых и в плывунных грунтах; на участках с высокими скоростями течения воды; у мостов и водопропускных труб; на каналах, проходящих по населенным пунктам и паркам. В устойчивых грунтах (глинах, суглинках) дерном крепят только нижнюю часть откоса канала, верхнюю оставляют под посев многолетних трав.

Залужение верхней части откосов является наиболее распространенным способом крепления каналов. Оно способствует ускорению процесса естественной стабилизации каналов, предупреждает зарастание откосов случайной сорной растительностью. Посев трав производится либо непосредственно на поверхность откосов, либо по предварительно нанесенному слою растительной земли толщиной 5—7 см.

В первом случае на поверхность откоса равномерно наносят органические удобрения (торф, перегной, торфокомпост) или смесь минеральных удобрений. Эффективным способом залужения является гидропосев. В этом случае семена трав наносятся на откосы в смеси с органическими удобрениями и полимерными связующими, что предохраняет семена от выветривания и смыва дождями в период прорастания. Опыт крепления откосов посевом трав свидетельствует, что такой способ сравнительно недорог. Залужение 1 м^2 откосов в среднем не превышает по стоимости 0,12 р., что дешевле, чем крепление дерном.

Если на откосах осушительных каналов просачиваются грунтовые воды, то в местах просачивания рекомендуется дренаж из пластмассовых труб. Залужение откосов целесообразно проводить в первую половину лета, травы сеют в сухую, безветренную погоду, после осадков.

§ 26. Технология и организация работ по устройству сооружений на осушительных системах

В состав осушительной системы кроме водоприемников, проводящей и регулирующей сети входят специаль-

ные гидротехнические сооружения. Они предназначены для регулирования водного режима, предохранения осушительной сети от разрушения при перевозке сельскохозяйственной техники, а также для обеспечения работоспособности систем как на открытой осушительной сети, так и на дренаже. Технология устройства каждого вида сооружений имеет свои особенности и отличия.

Трубы-переезды. При наличии густой открытой осушительной сети невозможно нормально эксплуатировать осушаемые земли, если на каналах нет мостов и труб-переездов. В отдельных хозяйствах количество их составляет несколько сотен.

В зависимости от пропускной способности каналов трубы-переезды строят из бетонных и железобетонных труб диаметрами 0,3; 0,5; 0,75 и 1 м, с шириной проезжей части 4,5 м на участках с зерновыми и пропашными культурами и 6 м — на лугах и пастбищах. Трубы диаметрами 0,75 и 0,5 м устанавливают на осушителях; диаметрами 0,7—1 м — на собирателях и магистральных каналах второго и третьего порядков.

Если по расчету пропускная способность труб диаметром 1 м недостаточна, то строят две трубы-переезда диаметром по 1 м каждая.

Сооружение переезда производится в следующей последовательности: разработка котлована, подготовка основания, установка труб, засыпка пазух и возведение дорожной насыпи, облицовка откосов входной и выходной частей переезда. Разработку котлована ведут экскаватором одновременно с работами по строительству канала.

В песчаных грунтах подготовка основания не производится — звенья трубы-переезда устанавливают на утрамбованном ложе котлована. В глинистых грунтах основание делают из песка или гравия слоем 20—30 см, а в торфах трубы укладывают на деревянные лежаки.

Если все необходимые материалы своевременно доставлены к месту устройства переезда, то для укладки труб можно использовать одноковшовые экскаваторы. В большинстве же случаев работы по строительству труб-переездов выполняет звено из 2—3 рабочих, в распоряжении которых имеется бульдозер с прицепными санями или металлическим листом для развозки труб к месту укладки. Такое специализированное звено

при наличии автокрана или экскаватора устанавливает за смену 4—5 труб-переездов диаметром 0,5 м.

Переезд состоит из отдельных звеньев труб, собранных по длине переезда. По всему периметру в местах соединения труб прокладывают два слоя рубероида. Сверху трубы насыпают минеральный грунт слоем не менее 0,5 м. Чтобы предотвратить сползание грунта в канал, его укладывают с заложением откосов 1:1,5 и крепят дерном. Откосы канала и его дно у трубы-переезда, кроме того, укрепляют каменной отмосткой или выкладывают бетонными плитами.

При строительстве труб-переездов в каналах с постоянным течением воды котлован ограждают временными перемычками и организуют водоотлив, применяя для этого передвижную насосную установку.

После завершения всех работ по строительству трубы-переезда на его проезжую часть насыпают песчано-гравийную смесь слоем 12—15 см и уплотняют гусеницами бульдозера за 2—3 прохода.

Мосты. Наибольшее распространение получили бетонные и железобетонные конструкции, которые, как правило, изготавливаются заводским способом. Завозят их на объект автотранспортом. Через водоприемники и крупные магистральные каналы в зависимости от габаритов водотоков строят одно- или многопролетные мосты. Освоено строительство мостов на свайных опорах с пролетами из пустотелых блоков. Длина пролетов 4 и 6 м, ширина проезжей части 7 м.

Наиболее трудоемкой операцией при возведении моста является забивка свай, которая особенно усложняется при производстве работ в глинах, пескахплывунах и грунтах с примесью гравия и гальки. При строительстве многопролетного моста сначала строят первый пролет, затем на готовую часть моста устанавливают кран и ведут монтаж следующего пролета.

После установки блоков пролетного строения на опоры монтируют перильное ограждение и устраивают цементно-бетонное покрытие проезжей части.

Мост строит бригада из 5—6 человек с помощью автокрана. Подъездные пути для строительства мелиоративных объектов строят с максимальным использованием местных строительных материалов. Доставленный автосамосвалами в дорожную насыпь грунт разравнивают бульдозерами или грейдерами и уплот-

няют прицепными катками. Толщина уплотняемого слоя 15—20 см. Дорожное покрытие устраивают из гравийно-песчаных смесей толщиной 12—15 см. Полотно дороги должно быть хорошо спрофилировано, а придорожные кюветы соединены с осушительной сетью.

Шлюзы. Шлюзование широко применяется как на самотечной осушительной сети, так и на системах с механическим водоподъемом. Шлюзы — это преимущественно двухстворчатые ворота, закрепленные на вертикальных навесах в береговых устоях. На самотечной осушительной сети шлюзы предотвращают поступление воды в осушительную сеть в период незначительного поднятия горизонтов в водоприемниках. На землях с механическим осушением шлюзы, как правило, совмещены с насосными станциями, но иногда построены в отдалении от них, в теле дамбы. В обоих случаях они имеют щиты с реечными или винтовыми подъемниками и открываются по мере необходимости.

Смотровые колодцы. Их конструкцию выбирают в соответствии с типовыми проектами в зависимости от назначения, глубины укладки коллектора и высоты перепада.

Как правило, колодцы строят из железобетонных колец диаметром 1 м, которые устанавливают на цементном растворе для обеспечения герметичности и предотвращения попадания в колодец грунта с поверхностными водами. Это наиболее совершенная конструкция, показавшая хорошие результаты при эксплуатации таких колодцев.

Доставку колец и других материалов, используемых для устройства колодцев, производят стреловыми самоходными кранами общего назначения. Эти краны могут быть пневмоколесными, гусеничными, на специальном шасси.

Разработку грунта для установки колодцев выполняют одноковшовыми экскаваторами, оборудованными обратной лопатой. Кольца устанавливают с помощью самоходных кранов, засыпают грунт бульдозерами. Часть работ, таких, как подсыпка грунта, цементирование стыков и труб, выполняют вручную.

В настоящее время основная часть гидротехнических сооружений в мелиоративном строительстве выполняется по типовым проектам с преимущественным

12. Типовые конструкции устьев коллекторов

Устье	Тип	Перепад (разность отметок низа устьевой трубы и дна канала), см	Конструкция крепления канала
С железобетонными оголовками	УК-1Л	40	Без крепления нижней части откоса
	УК-1аЛ	40	Крепление нижней части откосов дощатой заборной стенкой
Без оголовка	УК-2Л	40	Крепление нижней части откоса канала
	УК-2аЛ	40—80	То же
	УК-2бЛ	90—100	»

использованием типовых или стандартизованных элементов и конструкций.

Устья. Наиболее распространенными гидротехническими сооружениями на дренажных системах являются устья, типовые конструкции которых даны в табл. 12.

Свободный сброс дренажной воды из устья осуществляется из нижней концевой трубы, установленной не ниже 25—30 см над уровнем воды в водоприемнике. Для контроля на бетонных стенках каждого устья обозначают его порядковый номер.

Железобетонные устья закрытых коллекторов следует выполнять в весеннее время, когда происходит окончательная доделка заложенной системы.

§ 27. Производительность машин на строительстве каналов

Производительность землеройных машин определяется объемом работы, выполненным в единицу времени (час). Он выражается в натуральных единицах — $м^3$, м.

В СССР действуют прогрессивные производственные нормы выработки машин, составленные с учетом передовой техники и технологии. Выработкой называется объем работ, выполненный машиной за определенное время (смену, год).

Норма времени машины ($Н_{вр.м}$) — это время, затрачиваемое для выполнения единицы объема работ.

Нормой выработки машины ($Н_{в.м}$) называется обоснованный и директивно утвержденный объем работ, выполняемый за единицу времени (час, смена, месяц, год).

Значения $Н_{вр.м}$ и $Н_{в.м}$ обратнопропорциональны: $Н_{вр.м} = 1/Н_{в.м} = 1/П$.

В зависимости от условий выполнения работ различают теоретическую, техническую и эксплуатационную производительность машин.

Теоретическая производительность — это условная часовая выработка, которой машина может достигнуть в нормальных условиях работы при расчетных рабочих скоростях.

Техническая производительность — наибольшая возможная производительность машины за час непрерывной работы в определенных условиях. Отличается от теоретической тем, что в ней учитываются свойства грунта, формы и размер забоя, в которых используется машина.

Эксплуатационной называется средняя фактическая производительность машины при работе в конкретных условиях с учетом неизбежных простоев $П_э = П_т \cdot К_и$, где $П_т$ — техническая производительность; $К_и$ — коэффициент использования машины за рассматриваемый период (включая время на ремонт, смазку, простой и т. п.).

Эксплутационнная производительность используется при планировании землеройных работ, выдаче производственных заданий экскаваторным бригадам.

Разница значений технической и эксплуатационной производительности землеройных машин обусловливается неизбежными перерывами в работе машин. Коэффициент использования рабочего времени ($К_и$) машин и механизмов устанавливается на основании анализа режима их эксплуатации, причем значение $К_и$ зависит от рассматриваемого отрезка времени (час, смена, месяц, год), так как некоторые категории простоев характерны только для определенных периодов. Рассчитывается он по формуле $К_и = t_ч/t$, где $t_ч$ — фактические затраты времени на чистую экскавацию, ч; t — общая продолжительность смены, ч.

Сменная производительность одноковшового экскаватора определяется по формуле $П_{см} = (3600q \cdot К_н \cdot t) / (t_ц \cdot К_р)$ м^3/смену, где $П_{см}$ — эксплуатационная производительность в определенный период времени, м^3; $t_ц$ — продолжительность цикла работы экскаватора в забое, с; $К_н$ — коэффициент наполнения ковша грунтом; $К_р$ — коэффициент, учитывающий увеличение объема грунта вследствие разрыхления; q — емкость ковша, м^3.

Коэффициент наполнения ковша ($К_н$) — это отношение объема разрыхленного грунта, набранного в ковш, к емкости ковша. Он зависит от конструкции ковша и условий работы экскаватора.

Значение коэффициентов $К_н$ и $К_р$ приведены в табл. 13.

При подсчете производительности каналокопателей, кроме затрат времени на основные работы, учитывают затраты времени на очистку и регулировку орудия.

Производительность каналокопателя за час, м^3, определяется по формуле $П_ч = 60LК_в / [n(L/v + l + р + с) + Т]$, где L — длина канала, м; $К_в$ — коэффициент использования каналокопателя по времени; v — скорость движения агрегата, м/мин; l — продолжительность поворота каналокопателя, мин; р — продолжительность регулировки глубины копания при работе, мин; с — продолжительность установки орудия и сцепки его со вторым трактором, мин; n — число проходов; Т — продолжительность переездов с канала на канал, мин.

Чтобы добиться высокой производительности каналокопателей и экскаваторов при строительстве мелиора-

13. Значения коэффициентов наполнения ковша $К_н$ и разрыхления $К_р$ для различных категорий грунта

Категория грунта	$К_р$	$К_н$	
		лопаты	драглайна
I — супесчаный грунт	1,0—1,09	0,95—1,02	0,80—0,90
I — торф и растительный грунт	1,13—1,15	1,15—1,23	1,00—1,22
II — средний суглинок	1,14—1,16	1,05—1,12	0,90—1,00
III — тяжелый суглинок	1,15—1,17	1,00—1,18	0,98—1,08
IV — глина тяжелая	1,16—1,28	1,30—1,42	1,18—1,26

тивных систем, необходима четкая организация труда и применение прогрессивной технологии.

Основными путями повышения производительности землеройных машин являются: повышение коэффициента использования машины в течение смены, ликвидация организационных и технологических перерывов, многосменность работы, повышение квалификации машинистов, ликвидация сезонности в работе машин, поддержание высокого технического состояния машин.

Контрольные вопросы

1. С чего начинают строительство осушительных систем?
2. Как осуществляют спрямление русла реки?
3. В каких случаях производят выправительные работы при регулировании водоприемников?
4. Какие виды работ предшествуют строительной разбивке?
5. Для чего производят планировку дна канала?
6. Как крепятся откосы осушительных каналов?
7. Как различаются экскаваторы по виду рабочего оборудования?
8. Какие существуют типы экскаваторных забоев и их различия?
9. Чем определяется рациональная высота забоя?
10. Какие специализированные машины используются для прокладки каналов?
11. Как располагают осушительные каналы по отношению к направлению движения грунтовых вод?
12. Основные сооружения на открытой осушительной сети.
13. Что должен сделать машинист при окончании работы на экскаваторе?
14. Что такое норма выработки машины и от чего она зависит?
15. Как производится выемка грунта, когда ширина канала превосходит радиус резания экскаватора?
16. Как ведут строительство каналов в неустойчивых (оплывающих) водонасыщенных грунтах?
17. Какая наиболее рациональная организация работ при использовании каналокопателей?
18. Какие основные недостатки открытой осушительной сети?

ГЛАВА 6

ТЕХНОЛОГИЯ И МЕХАНИЗАЦИЯ СТРОИТЕЛЬСТВА ДРЕНАЖА

Процесс строительства закрытого дренажа состоит из основных и вспомогательных операций. Основные операции включают разработку траншеи или щели на

заданную глубину с проектным уклоном, укладку дренажных труб, обертку их ЗФМ, соединение дрен с коллектором, первичную присыпку дренажных трубопроводов гумусированным грунтом, контроль качества строительства. Вспомогательные операции подразделяются на подготовительные и заключительные. Подготовительные операции включают вынос в натуру элементов дренажной сети, подготовку трасс и установку копирного троса. Заключительные операции включают обратную засыпку траншей и разравнивание грунта.

§ 28. Способы строительства дренажа

В практике строительства дренажа применяют три технологических способа: траншейный, узкотраншейный и бестраншейный.

Траншейный способ характеризуется разработкой траншей прямоугольного или трапецеидального сечения шириной 40—50 см и укладкой дренажных материалов на дно траншей с первичной присыпкой и окончательной засыпкой.

Узкотраншейный способ строительства дренажа отличается от траншейного уменьшенной шириной отрываемой траншеи, равной 12—35 см.

Бестраншейный способ отличается от двух рассмотренных выше тем, что дренажные трубы укладываются в щель, которая временно образуется за счет уплотнения грунта. Этим способом строится и нематериальный дренаж (кротовый). При проходе в грунте ножа с прикрепленным к нему дренером (стальным цилиндром или конусом) в грунте создается щель — кротовина — на глубине прохода дренера.

В мелиоративной практике широкое распространение получил траншейный способ строительства дренажа. В последние годы внедряется бестраншейный способ, разработан дреноукладчик для устройства дренажа узкотраншейным способом.

Для строительства закрытого дренажа траншейным способом предназначен серийный экскаватор-дреноукладчик ЭТЦ-202А; узкотраншейным — экскаватор-дреноукладчик ЭТЦ-2010.

Для устройства дрен из пластмассовых труб бестраншейным способом применяют дреноукладчик МД-4 в комплекте с тягачом МД-5, в перспективе будут ис-

пользовать усовершенствованный дреноукладчик МД-12.

Каждый из трех вышеперечисленных технологических способов строительства дренажа имеет определенные преимущества и недостатки.

Траншейный способ позволяет расширить фронт работ по строительству закрытого дренажа в грунтах с размерами каменистых включений до 30—35 см; обеспечивает реальную возможность исправления вручную неточностей и ошибок в выдерживании проектной глубины и уклона дна траншеи; дает возможность использовать полумеханизированные способы защиты дренажной линии от заиления с наименьшим расходом фильтрующих материалов.

К основным недостаткам траншейного способа строительства дренажа следует отнести повреждение плодородного слоя почвы при укладке дренажа в широкую траншею; значительный объем земляных работ; сложную конструкцию рабочего оборудования дреноукладочных машин; большую долю ручного труда в процессе укладки дренажной линии; трудность выполнения работ в неустойчивых грунтах.

Применение узкотраншейного способа строительства дренажа позволяет значительно уменьшить недостатки траншейного способа и сохранить визуальный контроль качества укладки дренажной линии.

К недостаткам узкотраншейного способа строительства дренажа относится сложность исправления ошибок, допущенных в процессе укладки; ограниченные условия применения — в минеральных грунтах без каменистых включений и беспнистых торфяниках.

Бестраншейный способ имеет ряд преимуществ: возможность укладки дренажных линий на повышенных рабочих скоростях дреноукладочных машин и минимальную повреждаемость гумусового горизонта в процессе строительства. К недостаткам бестраншейного способа следует отнести ограниченные условия применения без дополнительной присыпки, отсутствие визуального контроля за качеством укладки труб и их возможными повреждениями, практически высокую сложность в выполнении работ по защите труб фильтрующим материалом и их присыпки.

Независимо от технологического способа, процесс строительства дренажа состоит из основных и вспомо-

гательных операций. *Основные* операции включают разработку траншей или щели на заданную глубину с проектным уклоном, укладку дренажных труб, защиту труб фильтрующим материалом, соединение дрен с коллектором, первичную присыпку дренажных трубопроводов гумусированным грунтом, контроль качества строительства.

К *вспомогательным* операциям относятся подготовительные и заключительные работы: вынос проекта в натуру, планировка трасс дрен и коллекторов, обратная засыпка траншей, строительство гидротехнических сооружений на коллекторно-дренажной сети.

§ 29. Вынос и закрепление в натуре элементов дренажной сети

Важным этапом в подготовке строительства закрытых дренажных систем является вынос в натуру осей водотоков, каналов и основных сооружений с закреплением их на участке в плановом и высотном положении соответствующими геодезическими знаками. Эти работы обычно осуществляются с привлечением на договорных началах проектно-изыскательских организаций.

Вынос проекта в натуру производится в соответствии со СНиП III-2-75 «Геодезические работы в строительстве» и действующей «Инструкцией по выносу в натуру проектов осушительных систем».

В соответствии с проектом точки начала, конца и углов поворота основных каналов, оси сооружений на местности закрепляются знаками. По основным водотокам и каналам через каждые 2—3 км вне осей их трасс устанавливают постоянные грунтовые реперы и через каждый километр знаки временных реперов, которые независимо от расстояния до ближайшего постоянного репера устанавливаются в пределах створов крупных гидромелиоративных сооружений.

В процессе разбивки пикетажа на местности отмечают местоположение устьев коллекторов, впадающих в каналы, оси сооружений на каналах; закрепляются регулируемые участки водотоков, на которых места поворота фиксируются знаками детальной разбивки. Вынесенные в натуру створы гидромелиоративных сооружений закрепляют на местности створными знаками.

После окончания геодезических работ знаки, фиксирующие на местности местоположение каналов и сооружений, проектная организация передает по акту мелиоративно-строительной организации (ПМК). К акту прилагаются план системы в масштабе 1:2000 со схемой расположения всех закрепленных точек, ведомость закрепленных в натуре сооружений и каталог отметок реперов. После сдачи документации ответственность за сохранность закрепленных в натуре знаков несет мелиоративно-строительная организация.

Трассировка дренажной сети, т. е. детальная разбивка и закрепление на местности параметров коллекторов и дрен относительно основных осей разбивки производится перед началом дренажных работ специалистами мелиоративно-строительной организации или геодезистами топографических отрядов проектно-изыскательских организаций. В процессе трассировки вынужденные отклонения от проекта согласовываются с главным инженером.

Работы по выносу проекта в натуру и строительной трассировке дренажа не должны выполняться с большим разрывом во времени. Особое внимание при трассировочных работах должно уделяться точности увязки дренажной системы с постоянными или временными реперами. Проектирование на местности коллекторов и дрен производят до начала дренажных работ и обязательно увязывают положение отдельных коллекторов и дрен с отметками реперов, магистральных или проводящих каналов.

До начала строительной трассировки дренажных систем следует убедиться, что отметки дна выполненных открытых проводящих каналов соответствуют проектным. При их недостаточной глубине следует сделать соответствующее дноуглубление.

На больших системах строительная разбивка производится последовательно, по частям, начиная с коллекторов высшего порядка, где в качестве контрольных применяют проектные отметки дна коллектора соответствующего порядка.

Закрепление на местности положения дренажной системы проводится в строгой последовательности. Определив направление коллектора по его оси, устанавливают вешки, разбивают по трассе пикеты и проводят их маркировку. Такие же операции проводят

по трассам дрен. Нивелированием фиксируют отметки пикетов по трассам коллекторов и дрен. После этого ведут проектирование на местности продольных профилей по всем дренажным линиям закрытой системы, не допуская при безуклонной поверхности участка занижения глубины дрен (норма 0,7 м) в истоках. Следует отметить, что строительная разбивка и систематический контроль за точностью укладки коллекторно-дренажной сети связаны с большим объемом нивелировочных работ. Число нивелируемых точек иногда достигает 400—500 на 1 га площади дренажной системы.

В процессе разбивочных работ пикеты выносят в сторону от проектной оси траншеи на расстояние выноса щупа следящей системы экскаватора-дреноукладчика. Пикетаж по трассам коллекторов и дрен разбивают через каждые 20 м, а также в местах сопряжений дрен и коллекторов. Плюсовые точки устанавливают в местах резкого изменения рельефа. Направление дрен задают от коллекторных пикетов при помощи гониометра или теодолита, а также нивелира с горизонтальным кругом. Следует иметь в виду, что первая пикетная точка (нулевой пикет) на коллекторе располагается на бровке открытого канала, а первая плюсовая точка — на границе разровненного кавальера. Из этой точки целесообразно провешивать первую дрену закрытой системы параллельно проводящему каналу.

При разбивке пикетажа на коллекторно-дренажной сети в каждой пикетной или плюсовой точке устанавливают вешку (сторожок) высотой 50—80 см. Пикетные сторожки в верхней части маркируются индексами элементов дренажной сети: указывается номер пикета, в конце каждой дренажной линии пишется номер дрены или коллектора и буквы Н (начало) и К (конец). На коллекторах соответственно отмечают местоположение колодцев.

§ 30. Подготовка трасс

Закрытый дренаж строят как на свободной от лесокустарника и поверхностных камней площади, так и на местности после удаления древесно-кустарниковой растительности. Разнообразие условий, в которых производится укладка дренажа, определяет отличительные

особенности подготовки дренажных трасс применительно к местным условиям и времени года.

Общие требования к подготовке трасс независимо от времени укладки дренажа и местных условий заключаются в следующем:

полоса шириной 4—5 м к моменту работы дренажного экскаватора должна быть чистой от древесной растительности, поверхностного и полускрытого камня;

неровности на трассе должны быть тщательно спланированы — возвышения срезаны, понижения засыпаны. При этом следует учитывать, что ровная поверхность трассы является одним из условий точной работы уклоноуказателя, регулирующего положение рабочего органа экскаватора на нужной отметке и способствует выполнению траншеи по заданной глубине и с заданным уклоном дна.

При строительстве дренажных систем летом местность, покрытую лесокустарником и засоренную поверхностным и полускрытым камнем, предварительно очищают.

Поверхность очищенных трасс планируют бульдозером. Чтобы сохранить закрепленные пикетные точки при выполнении планировочных работ, трактор должен проходить от них на расстоянии 0,5—0,6 м. Для выравнивания трассы достаточно двукратного прохода бульдозера по полосе движения экскаватора. Планировку полосы под экскаватор производят с левой стороны пикетных точек.

Наибольшее применение на трассоподготовительных работах нашли бульдозеры, корчеватели, кусторезы. В летний период работы по расчистке трасс от кустарника и мелколесья производятся корчевателем Д-513А, корчевальной машиной К-2А, корчевателем-собирателем Д-695. Корчевка и транспортировка поверхностного и полураскрытого камня выполняется корчевателями-погрузчиками КБ-7-2 и камнеуборочными машинами УКП-0,6, ПСК-Т1.

Расчистка трасс от кустарника и мелколесья диаметром менее 16 см выполняется как одна операция. Ширина расчищаемой полосы в 5 м достигается двумя проходами бульдозера или кустореза. На торфяниках для расчистки трасс можно использовать машину типа МПГ.

При выполнении подготовительных работ зачастую приходится производить засыпку старых канав, ям и других неровностей, для чего применяют боковой плуг ПБР-2, кустарниково-болотный плуг ПКБ-2-54 или бульдозер.

При засыпке канав боковым плугом ПБР-2 агрегат ставят в исходное положение так, чтобы канава была с правой стороны по ходу, а правый нижний конец лемеха находился на оси канавы. Канава глубиной до 0,5 м с пнями и корнями до 20 см при ширине заросших полос до 2 м запахивают за один проход, при ширине полосы 2 м и более — за два прохода плуга с обеих сторон канавы.

Канавы глубиной до 0,5 м, свободные от пней и корней, запахиваются за один проход кустарниково-болотного плуга ПКБ-2-54. Плуг ставят в исходное положение так, чтобы канава была с правой стороны по ходу, а правый конец переднего лемеха корпуса находился на середине откоса. Засыпку производят проходом с двух сторон, при этом канава полностью и равномерно засыпается слоем почвы.

Чтобы обеспечить передвижение машин и механизмов по объекту, прокладывают подъездные пути, для чего используются в основном бульдозеры различных марок.

При большом переувлажнении грунта, когда проходимость машин недостаточна, необходимо проводить предварительное осушение трассы путем прокладки щелей и борозд. Для этих работ используются кротователи, плуги и траншеекопатели. Наибольшее применение находят кротователи, навешиваемые на трактор класса 30 кН: КН-1200, КН-700, «Крот-36», «Крот-9» и др.

С целью определения препятствий на трассе по оси будущей дрены прокладывают щели и борозды. Препятствия в виде камней, погребенной древесины удаляются при помощи корчевателя-собирателя или одноковшового экскаватора. При встрече непреодолимых препятствий целесообразно их обойти, изменить на необходимой длине трассу дрены. В случае большой закамененности участка применять экскаваторы-дреноукладчики нецелесообразно. Работы по строительству дренажа в таких случаях следует выполнять машинами

циклического действия — одноковшовыми экскаваторами с емкостью ковша 0,15—0,65 м^3.

Одной из наиболее важных операций подготовительных работ является планировка трассы дрен. Назначение планировки — не допустить больших погрешностей в продольном профиле траншеи, возможных при кренах многоковшовых экскаваторов. Для экскаваторов с электрогидравлической следящей системой типа ЭТЦ-202А высота местных неровностей не должна превышать ±15 см, а допустимый крен +3°.

Ширина планируемой трассы, высота допустимых неровностей зависят от применяемых траншеекопателей и способа выдерживания заданного уклона. Например, для экскаватора ЭТЦ-202А ширина трассы должна быть не менее 5 м, а для экскаватора типа ЭТЦ-163 — 4 м.

В случае строительства глубокого дренажа (находящего широкое применение в зоне орошения), когда траншеекопатель не может обеспечить проектную глубину траншеи, после подготовки трассы дрены или коллектора бульдозером устраивают «корыто» глубиной на 5—10 см больше разницы между проектной глубиной траншеи и максимальной глубиной копания дренажной машины. Ширина «корыта» делается, как правило, на 10—20 см больше колеи машины. Выемку грунта «корыта» в большинстве случаев выполняют скреперами. Если глубина выемки не превышает 0,2 м, то разработка ведется бульдозерами. Практика показывает, что производство земляных работ скреперами, выполняющими выемки грунта, его транспортировку и выгрузку в месте отсыпки, экономично и эффективно по сравнению с одноковшовыми экскаваторами и другими машинами.

§ 31. Установка копирного троса

Для обеспечения заданного уклона дна траншеи по установленным упорам натягивается копирный трос. Упоры представляют собой металлические телескопические раздвижные устройства.

Копирный трос длиной 150 м, диаметром не более 3 мм наматывается на барабан катушки, а в рабочем положении разматывается, закрепляется по концам дренажной линии и надевается на вилки упоров.

Металлические упоры для натяжения копирного троса устанавливаются по оси пикетной разбивки.

Расстояние между основными упорами 20 м (у пикетов), промежуточным и основным — 10 м (рис. 45). Упоры устанавливаются вертикально, стержни выдвигаются на расчетную высоту.

Для каждого упора, установленного около пикетной точки, вычисляется его высота от поверхности земли до верха упора по формуле $h_у = H - h_{пр}$, где $h_у$ — высота упора над точкой пикета, см; H — постоянная экскаватора, см; $h_{пр}$ — проектная глубина траншеи, см.

При выдвижении упоров на расчетную высоту рекомендуется использовать специальную рейку, нижний отсчет которой соответствует значению постоянной экскаватора. (Постоянной экскаватора называют расстояние от режущей кромки рабочего органа до оси щупа или датчика.)

При установке упоров особое внимание необходимо уделять определению их высот, так как ошибка при установке упора вызывает недопустимые отклонения глубины траншеи и приводит к вынужденным переделкам уложенного дренажа.

Провисание копирного троса приводит к обратным уклонам дна. Чем больше расстояние между проектными упорами и слабее натянут трос, тем больше провисание. Для предотвращения недопустимого провиса-

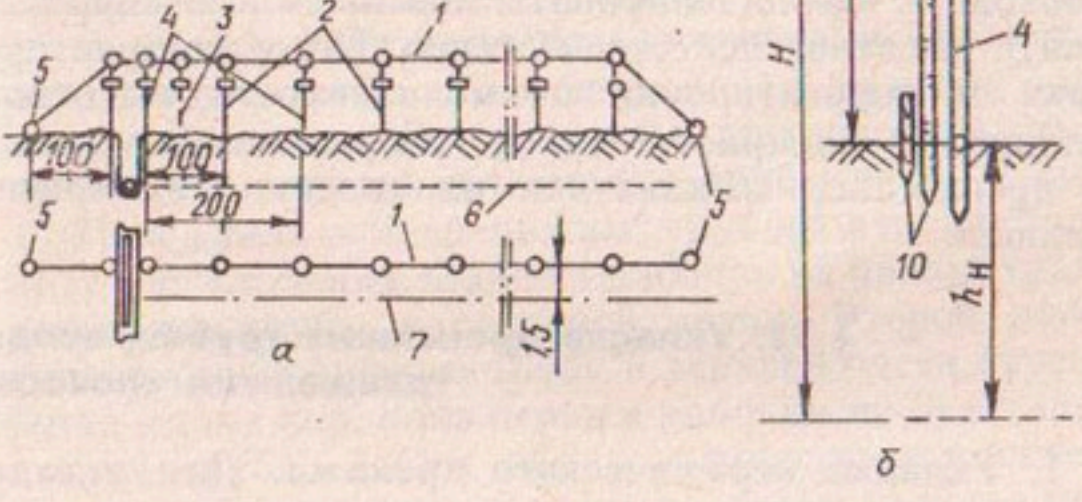


Рис. 45. Установка копирного троса на фиксирующие упоры:

а — схема установки; *б* — фиксирующий упор; *1* — копирный трос; *2*, *3*, *4* — соответственно промежуточные, передвижные и пикетные упоры; *5* — концевые столбики; *6* — уровень проектного дна траншеи; *7* — продольная ось траншеи; *8* — выдвижной стержень (упор); *9* — нивелирная рейка; *10* — колышки; $h_н$ — глубина заложения дрены; h_3 — высота стрелы указателя над дном траншеи; *H* — расчетная высота упора

ния копирного троса между основными упорами должны быть установлены дополнительные с расстоянием не более 7—10 м.

После установки упоров на одном конце дренажной трассы на расстоянии 6—7 м от крайнего упора в ее створе забивается металлический столбик с некоторым наклоном. На нем закрепляется копирный трос и натягивается параллельно оси трассы. На другом конце трассы также забивается столбик, на котором закрепляется туго натянутый трос. В настоящее время с экскаваторами ЭТЦ-202А поставляются катушки для натягивания троса по принципу действия лебедки. Катушка закрепляется двумя столбиками в створе с упорами, и трос натягивается лебедочным устройством. Обеспечение экскаваторов такими катушками значительно облегчает труд рабочих.

Натянутый трос навешивают на упоры, визуально проверяют прямолинейность его в высотном положении. Если есть переломы на дополнительных упорах, то они исправляются, на пикетных — проверяется вычисление значения высоты упора и при обнаружении ошибки делается исправление. Иногда при проверке значения высоты упора ошибки не находят, а искривление троса, не предусмотренное рабочим профилем дрены, имеется. В таком случае ошибку следует искать в нивелировании трассы или в изменении высотного положения точки после выноса трассы в натуру. В этом случае трассу необходимо пронивелировать повторно и откорректировать высотное положение точек. По окончании проверки и корректировки прямолинейности высотного положения копирного троса разрешается установка дренажного экскаватора на трассу для отрывки траншеи.

§ 32. Укладка дренажных трубопроводов траншейным способом

1. **Укладка керамического дренажа.** Для укладки дренажного трубопровода разрабатывают траншею или щель в соответствии с проектной глубиной и уклоном. Отрывка дренажной траншеи начинается от устья. Машинист задним ходом устанавливает экскаватор на месте устья будущей траншеи, по ее продольной оси.

При разработке траншеи от открытого канала экскаватор устанавливают с нависанием рабочего органа над откосом канала без захода гусениц за бровку. Если траншею начинают рыть от закрытого коллектора, то рабочий орган должен выдвигаться за его траншею.

После установки экскаватора машинист опускает ковшовую цепь и включает автоматический регулятор рабочего органа и световую сигнализацию. На сигнальном щитке зажигается зеленая лампочка. Рабочий орган экскаватора опускается до тех пор, пока не достигнет проектной отметки дна, тогда сигнальная лампочка гаснет. Машинист включает поступательную скорость, и экскаватор, продвигаясь вперед, отрывает траншею на заданную глубину. Для обеспечения прямолинейности траншеи необходимо визуально следить за тем, чтобы экскаватор всегда находился на одинаковом расстоянии от копирного троса. Как только будет отрыто 5—6 м траншеи, экскаватор останавливают для устройства сопряжения дрены с коллектором.

Продолжение отрывки траншей производят после устройства сопряжения дрены с коллектором и укладки дренажной линии до спускного лотка дреноукладчика.

В первом случае рабочий берет трубы с поверхности земли и укладывает их в траншею, в углубление дна, поворачивая вокруг оси. После укладки 4—5 м дренажной линии стыки уплотняют постукиванием по торцу уложенной дрены. Стыки труб обертывают *стеклохолстом,* для чего поперек углубления дна на месте стыка кладут полоску материала, на которую укладывают трубу. Местоположение полоски определяют визуально. Длина ленты стеклохолста должна превышать наружный периметр трубы на 5—7 см.

Перед укладкой дренажных труб производят заправку трубоукладчика. Один из рабочих на бровке траншеи вставляет трубы в спускной лоток. Второй рабочий поддерживает первую трубу в верхней части спускного лотка до тех пор, пока первым рабочим не будет подана вторая труба. Таким образом заполняется спускной лоток трубоукладчика и часть траншеи до устья дрены. В дальнейшем трубы по спускному лотку двигаются под действием собственного веса. Однако опыт показывает, что для обеспечения необходимого зазора между трубами на выходе их с лотка необходимо принудитель-

ное прижатие. Такой способ укладки труб является полумеханизированным.

Рабочий в трубоукладчике поправляет трубы до получения минимального зазора и обертывает стыки стеклохолстом. Для этого полоски материала накладываются на стык сверху, с двух сторон подгибаются вниз под трубой, концы ленты соединяются внахлестку. Обертывание стыков можно производить и другим способом. Рабочий находится в траншее, поворачивает и прижимает керамические трубы, выходящие со спускного лотка, оборачивает стык рулонным фильтрующим материалом. В результате уплотнения стыков труб образуется некоторый разрыв между уложенной дренажной линией и трубами, находящимися на спускном лотке трубоукладчика. Разрыв иногда достигает 10 см и более. Трубы подаются в траншею по лотку, а укладка их в желоб траншеи производится вручную. В этом случае производительность труда увеличивается на 15 %. Укладку дренажных труб осуществляют двумя способами: поточным и раздельным.

При поточном способе операции по отрывке траншей, укладке труб, обертыванию стыков и нивелированию выполняют согласованно, при минимальных разрывах во времени. При раздельном способе указанные операции выполняются независимо одна от другой.

Поточный способ весьма эффективен при уклаке дренажа в переувлажненных грунтах. Многолетний опыт показывает, что высокое качество работ достигается только в том случае, когда в траншею в момент укладки труб не поступает вода. Поверхностная или грунтовая вода разжижает грунт на дне траншеи, часто размывает ее стенки у основания. Поступающая в полость дрен грязная вода заиляет трубы уже во время строительства. Грунтовая вода в легких минеральных грунтах в весенне-осенний период появляется очень быстро (через несколько минут), в тяжелых — медленнее. Чтобы избежать заиления дренажа во время его укладки, необходимо сразу после отрывки траншеи выполнить все операции до появления в ней воды.

В благоприятных условиях, когда длительное время в траншею не поступает вода, дренажные работы можно выполнять раздельным способом. Это возможно в летнее или зимнее время, когда уровень грунтовых вод находится на отметке дна траншеи или несколько ниже.

При раздельном способе работы выполняются так же, как и при поточном. Дренажный экскаватор отрывает траншею по всей трассе без остановки. Задержка возможна лишь из-за технических неисправностей машины или при наличии на трассе скрытого камня. Один из рабочих укладывает трубы в траншее, другой рабочий устраивает сопряжение дрены с коллектором, после чего обертывает стыки труб, не согласуя свои действия с выполнением предшествующих операций. Но раздельный способ укладки дренажа позволяет исключить простои дренажного экскаватора за счет времени, необходимого на подключение дрен, что при длине трассы 100 м позволит сэкономить 40—50 мин рабочего времени за смену.

Для механизации операций по защите труб используют устройство для обертывания их рулонным защитно-фильтрующим материалом (ЗФМ), которое позволяет изолировать керамические трубы диаметром 50 мм и пластмассовые диаметром 50, 63, и 75 мм вкруговую. Устройство состоит из двух формователей с прижимными пружинами и направляющего конуса. Шарнирное крепление обеспечивает его подвижность, быструю установку и демонтаж. Устройство монтируется в трубоукладчике экскаватора.

Использование пластмассовых соединительных муфт (втулок) позволяет снизить затраты ручного труда при стыковке труб, расширить границы использования узкотраншейных дреноукладчиков.

2. **Укладка пластмассового дренажа траншейным способом.** В общем объеме закрытого дренажа большую часть занимает дренаж из керамических труб. Основные его недостатки: большая масса, осложняющая их перевозку; короткомерность, вследствие чего высока вероятность деформации дренажных линий; хрупкость, вызывающая значительные потери труб из-за разрушения при транспортировке, хранении на объектных складах, в процессе укладки. Эти недостатки отсутствуют у пластмассовых труб и фасонных элементов, применяющихся для соединения дренажных линий из керамических труб.

Технологическая схема укладки закрытого дренажа траншейным способом экскаватором ЭТЦ-202А представлена на рис. 46.

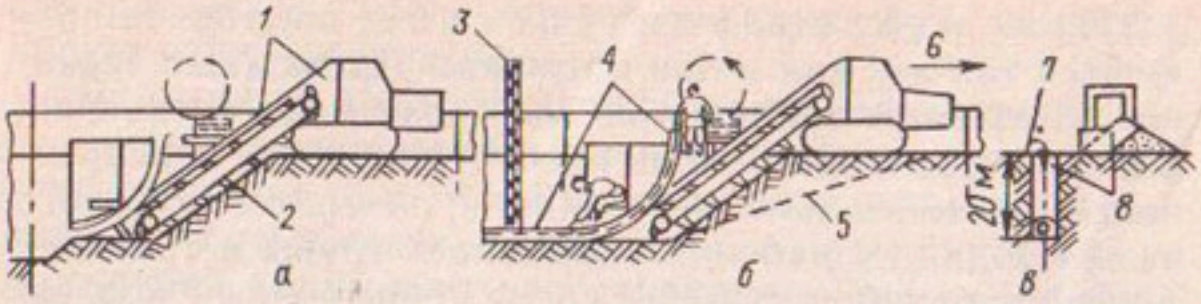


Рис. 46. Технологическая схема устройства траншейного дренажа на осушительных системах:

а, б, в — этапы устройства дренажа; *1* — установка дреноукладчика; *2* — заглубление рабочего органа; *3* — контроль положения трубок и устранение дефектов укладки; *4* — копание траншеи, подача в желоб трубок, укладка фильтра, обсыпка трубок; *5* — выглубление рабочего органа; *6* — направление переезда дреноукладчика на следующую дрену; *7* — срезка растительного грунта с бермы и сбрасывание его в траншею; *8* — засыпка траншеи

Укладка пластмассовых труб производится из бухты, устанавливаемой на бухтодержателе экскаватора или предварительно развернутой вдоль трассы дрен.

Укладка производится автоматически одновременно с отрывкой траншеи. Наиболее технологичны и эффективны для механизации *гофрированные* пластмассовые трубы в бухтах. Для укладки отрезков пластмассовых труб на экскаваторе должен быть установлен кронштейн с металлической площадкой для 20—30 шт. длиной 6—8 м. Отрезки укладывают через бункер трубоукладчика после предварительной их стыковки муфтами или враструб.

Защита пластмассовых труб от заиления производится механизированно, одновременно с их укладкой двумя (или одной) лентами искусственного фильтрующего материала (стеклохолст ВВ-АМ или иглопробивное нетканое полотно.).

Для соединения пластмассовых труб (по окончании бухты или удаления участков с дефектами — с перегибами, трещинами, глубокими царапинами) должны использоваться муфты промышленного изготовления. Дрена к коллектору должна присоединяться с помощью соединительных тройников (см. рис. 25). Место соединения обертывают фильтрующими материалами в 2 слоя и засыпают грунтом.

Для оформления конца дренажной линии пластмассовую трубу необходимо обрезать и закрыть заглушкой (пластмассовой или керамической).

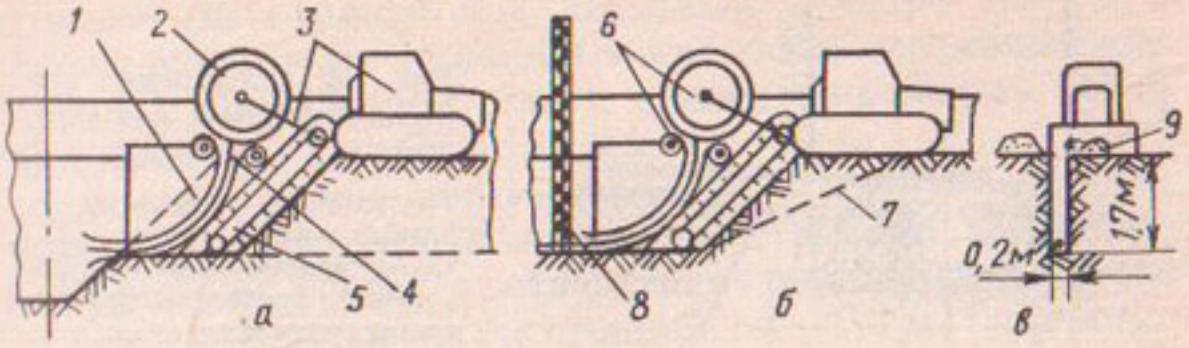


Рис. 47. Технологическая схема устройства узкотраншейного дренажа на осушительных системах:

а, б, в — этапы устройства дренажа; *1* — заглубление дреноукладчика; *2* — намотка трубы на барабан; *3* — установка дреноукладчика; *4* — заправка трубы; *5* — установка рабочего органа; *6* — копание траншеи, укладка трубы и фильтра; *7* — выглубление рабочего органа; *8* — контроль положения трубы и устранение дефектов укладки; *9* — засыпка траншеи

Технология строительства дренажа из пластмассовых труб с применением узкотраншейного оборудования (рис. 47) не имеет принципиальных отличий от технологии, рекомендуемой при трашейном способе. Порядок операций и их назначение аналогичны при строительстве пластмассового дренажа экскаваторами ЭТЦ-202А и ЭТЦ-163 (ЭТЦ-2010).

Укладка пластмассовой трубы на дно траншеи и обертка ее лентами фильтрующего материала полностью механизированы.

Работу по обслуживанию экскаватора выполняет бригада в составе трех человек: машиниста экскаватора, помощника машиниста, рабочего-оператора, контролирующего подачу трубы, ее обертку и выполняющего присыпку дренажной линии гумусированным грунтом.

К числу особенностей строительства дренажа узкотраншейным способом относятся операции по соединению дрен с коллектором, выполнение которых возможно только либо из траншеи коллектора, либо из специально разработанных приямков (шурфов).

§ 33. Устройство сопряжений

Наиболее распространенный способ подключения дрен к коллекторам — соединение керамическими трубами с отверстиями (рис. 48). Для подключения дрены-осушителя к коллектору в трубе пробивают отверстие,

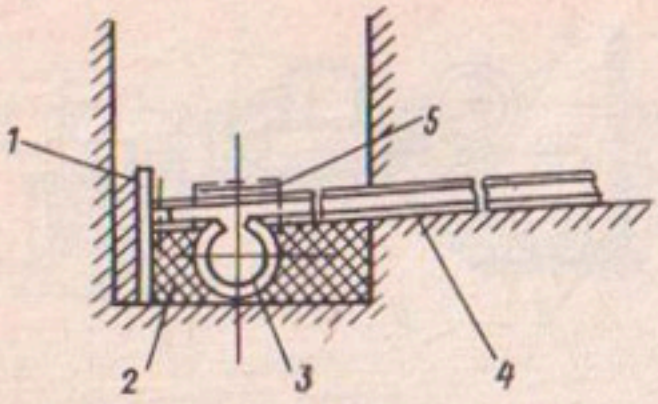


Рис. 48. Соединение дренажной линии с коллектором:

1 — упор; *2* — насыпной утрамбованный грунт; *3* — труба коллектора; *4* — дренажный трубопровод; *5* — защита стеклохолстом

а трубу коллектора заменяют трубой с отверстиями. Длину трубы подбирают такой, чтобы она была равна длине заменяемой коллекторной трубы, уложенной в траншее в месте подключения дрены. Для плотного прилегания верхней трубы к нижней их притирают друг к другу. Дренажную линию коллектора в обе стороны от центра узла сопряжения сверху и с боков очищают от земли, длина зачистки 0,5—0,6 м. После этого вынимают трубу из коллекторной линии и на ее место укладывают трубу с отверстием перпендикулярно или под углом к оси трубы коллектора. Отверстие в верхней трубе должно быть точно совмещено с отверстием нижней. Стыки уложенной трубы обертывают защитно-фильтрующим материалом, грунт вокруг стыка тщательно уплотняют вручную. Высота уплотненного слоя грунта должна быть не ниже отметки дна траншеи дрены-осушителя на ПК 0. Если грунт в месте устройства узла сопряжения переувлажнен, то его заменяют крупнозернистым гравием, мелким камнем, черепками дренажных труб или другими подобными материалами. Эти материалы уплотняют, а сверху насыпают сухой местный грунт слоем 2—3 см. Торцовое отверстие верхней трубы со стороны стенки дренажной траншеи закрывают бетонной, керамической или пластмассовой пробкой. При отсутствии пробки отверстие закрывают камнем, обернутым фильтрующим материалом. Для предотвращения продольного перемещения верхней трубы в сторону стенки траншеи в торце ее забивают колышек или укладывают камень массой 8—10 кг.

Соединение дренажных труб может быть выполнено как внахлестку, так и боковым подключением. При *боковом* подключении отверстие в нижней трубе пробивают сверху, вращая ее затем вокруг продольной оси до необходимого угла. Диаметр отверстия

должен быть равен или несколько меньше диаметра дрены-осушителя. Указанным способом соединяют как дрены с коллектором, так и коллекторы между собой при диаметрах их 75—125 мм.

Более рациональным способом является укладка труб с *готовыми* отверстиями при устройстве закрытого коллектора. Трубы с отверстием располагают слева от пикетной точки на расстоянии 1,4—1,6 м. Отверстие в трубе во время ее укладки закрывают металлической крышкой, черепком керамической трубы большого диаметра или трубу перед укладкой обертывают в 2—3 слоя стеклохолстом. Перед укладкой устьевой трубы дрены-осушителя отверстие в коллекторной трубе открывают. При данном сопряжении дренажных линий значительно сокращаются потери времени работы дренажного экскаватора.

Применение различных соединительных элементов из полимерных материалов позволяет повысить производительность труда и использовать для создания дренажных линий спускной лоток дренажного экскаватора ЭТЦ-202А.

В мелиоративной практике известно много разнообразных конструкций соединительных элементов. Соединительные узлы разделяют на две группы: надвигающиеся на наружную поверхность труб (насадки) и вставляемые внутрь полости дрены (муфты, втулки) водоприемные соединительные устройства. Однако при многообразии наименований последних назначение и конструктивные решения принципиальных различий не имеют.

По характеру приема воды соединительные устройства бывают с отверстиями, покрытыми защитным фильтрующим материалом, и с отверстиями, непосредственно принимающими воду из грунта.

Технология строительства дренажа с применением соединительных муфт аналогична технологии строительства с использованием защитных фильтрующих материалов. Отличие второго способа заключается лишь в установке муфт. Керамические трубы соединяют муфтами вручную в верхней части спускного лотка дреноукладчика. Монтаж и опускание дренажной линии на дно траншеи производятся по мере продвижения экскаватора ЭТЦ-202А. Строительство дренажа с соединительными муфтами разрешается на всех минераль-

ных грунтах при содержании в грунтовой воде железистых соединений до 5 мг/л. Применение муфт допустимо во все времена года.

§ 34. Засыпка дренажных траншей

Засыпка дренажных траншей является заключительной операцией общего технологического комплекса по строительству закрытого дренажа. Дренажные трубы засыпают после контрольной инструментальной проверки высотного положения отдельных точек дренажных линий. Эта проверка выполняется техническим надзором заказчика, после чего составляется акт на скрытые работы.

Засыпка дренажных траншей осуществляется в два приема: предварительная присыпка труб вручную на высоту 20—25 см и механизированная засыпка траншеи на полную ее глубину. Такое разделение вызвано рядом технологических и организационных причин.

Присыпка дренажных труб вручную необходима для того, чтобы предохранить уложенные трубы от разрушения камнями и комьями мерзлого грунта, предотвратить деформацию дренажных линий из-за смещения отдельных труб при механизированной засыпке траншей. Кроме того, при этом имеется возможность провести инструментальную проверку качества выполнения уклона траншеи и укладки труб.

Оставлять уложенные на дно траншеи трубы неприсыпанными нельзя, так как устойчивость стенок траншеи очень мала, и они обрушиваются в течение 3—4 ч. Это приводит к смещению или разрушению труб. Ручную присыпку производят гумусированным грунтом для повышения водоприемной способности дрен.

Грунт для ручной присыпки труб берут из бровок траншей и валиков, образующихся при отрывке. Валики образуются из хорошо разрыхленных пахотного и подпахотного грунтов с соотношением в среднем 1 : 1. Высота и основание валиков составляют примерно 20 см. Объем грунта валиков для присыпки труб на указанную высоту недостаточен. Недостающую часть грунта берут с бровок траншей. Грунт срезают под углом к стенке траншеи лопатой. Если дренаж укладывают в грунтах, имеющих коэффициент фильтрации более 0,5 м/сут, то присыпку можно делать из любого местного грунта.

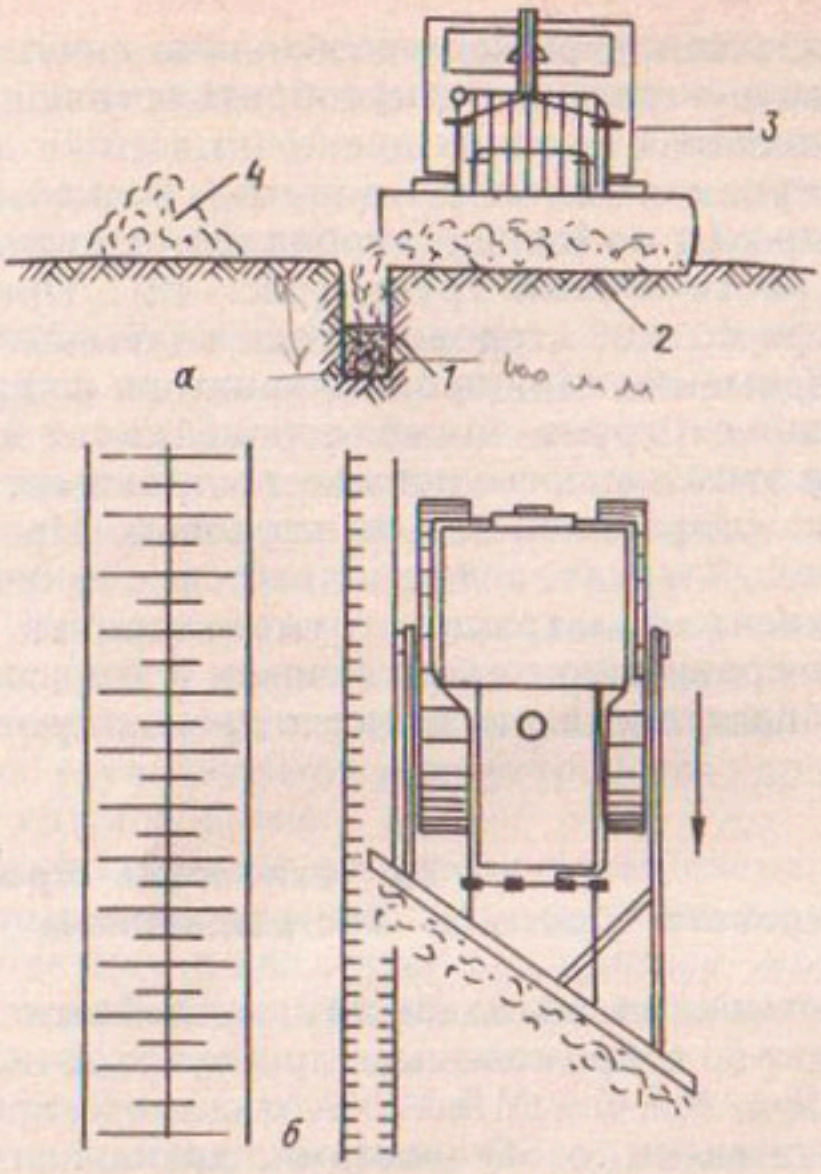


Рис. 49. Схема засыпки траншеи гумусированным (растительным) грунтом:

а — траншея в разрезе; *б* — вид в плане; *1* — траншея; *2* — грунт засыпки; *3* — бульдозер; *4* — кавальер

Высоту присыпки принимают равной 20 см только для керамических труб диаметром 50 мм. Для труб большего диаметра ее увеличивают: при диаметре 75 мм — 25 см; 100 мм — 30 см; 150 мм — 35 см; 175 мм — 40 см.

Нивелирование трассы необходимо выполнять сразу после укладки труб на расстоянии от трубоукладчика экскаватора не более 2 м. Выявленные ошибки необходимо сразу же устранить и произвести ручную присыпку труб. При таком технологическом процессе удается избежать заиления полости дрен, дополнительных затрат ручного труда и недопустимых отклонений от проекта.

Засыпку траншей выполняют бульдозерами, грейдерами и присыпателями различных конструкций. Перед

началом засыпки траншеи необходимо снять копирный трос, убрать с трассы упоры, собрать оставшиеся трубы после окончания укладки дрены по всей ее длине.

Приступая к засыпке траншеи, бульдозер делает первый проход по полосе, свободной от кавальера. Он срезает растительный грунт (рис. 49). При проходе бульдозера по этой стороне траншеи засыпается только 70—75 % выемки. При проходе трактора по другой стороне траншеи грунт также перемещается в сторону дрен, при этом часть его попадает в траншею, а остальной грунт разравнивается по сторонам. При вспашке растительный грунт перемешивается с минеральным. Коэффициент фильтрации грунта засыпки увеличивается по сравнению с естественным, а это способствует лучшему поступлению воды через дренажную засыпку к дрене.

§ 35. Технология строительства пластмассового дренажа бестраншейным способом

Строительство дренажа бестраншейным способом производится с применением дреноукладочного комплекса МД-4, МД-5 и МД-12. Этот способ определяется конструктивными особенностями дренажных систем, вариантами впадения дрен в коллектор или открытый канал, типом применяемых дренажных труб, защитно-фильтрующих материалов и соединительной арматуры, способом регулирования уклона.

В зависимости от вариантов впадения дрен в коллектор или открытый канал применяются две основные технологические схемы (рис. 50).

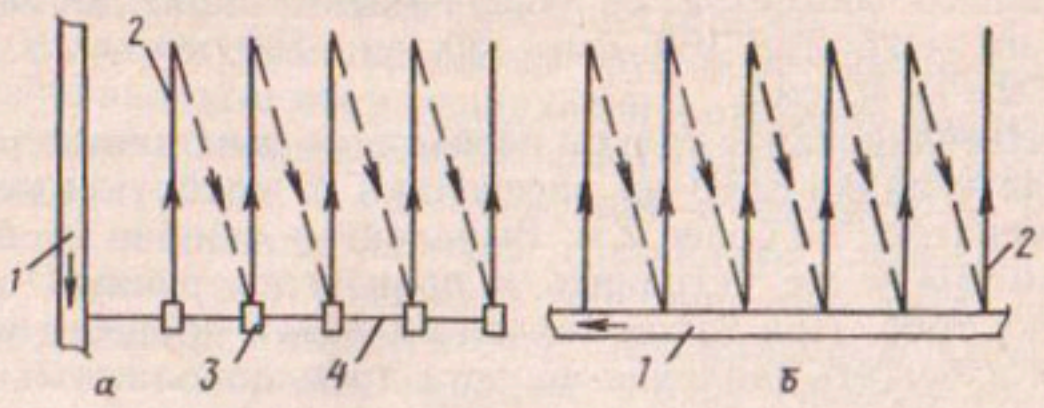


Рис. 50. Технологические схемы бестраншейной укладки дренажа:

а — при впадении дрен в закрытый коллектор; *б* — при впадении дрен в открытый канал; *1* — открытый канал; *2* — дрена; *3* — приямок; *4* — закрытый коллектор

Прокладка дрен по технологической схеме на рис. 50, *а* осуществляется при впадении дрен в закрытый коллектор. Для заглубления рабочего органа дреноукладчика с помощью многоковшового или одноковшового экскаватора отрывается приямок в устьевой части дрены.

Технологическая схема на рис. 50, *б* применяется в том случае, когда дрены впадают непосредственно в открытый канал. Здесь рабочий орган дреноукладчика заглубляется с откоса открытого канала без дополнительного устройства приямков — заходных шурфов.

При работе по технической схеме «б» отмечается снижение затрат труда на операции по устройству соединения дрен с коллектором и приямков, но в этом варианте требуются дополнительные материалы и соответственно трудозатраты для устройства дренажных устьев на каждой дрене.

Применяется также технологическая схема, при которой закрытая дренажная система имеет двухстороннее впадение дрен в коллектор под прямым углом. Этот технологический вариант предполагает «глухую» прокладку дрен в случае запаздывания работ по устройству закрытого коллектора. Рабочий орган дреноукладчика заглубляется от истока дрены без дополнительной отрывки приямков и выглубляется в конце противоположной дрены. Затем траншейным экскаватором-дреноукладчиком ЭТЦ-202А устраивается коллектор. При вскрытии траншеи пластмассовые трубы в створе коллектора срезаются ковшовым рабочим органом. С помощью дополнительных вставок и тройников срезанные концы пластмассовых труб соединяются с керамическими трубами коллектора. Эта технологическая схема имеет ряд существенных недостатков. Прежде всего, она может применяться лишь на объктах, где уровни грунтовых вод находятся ниже линии закладки коллекторно-дренажной сети, поскольку осуществить качественное присоединение дрены к коллектору при интенсивном поступлении воды в траншею не представляется возможным.

Как показывает производственный опыт, по различным организационным причинам коллекторы иногда выполняются с разрывом во времени, когда дрены и устьевая придренная зона насыщаются водой, что создает существенные трудности для дренажной брига-

ды при соединении устья дрены к коллектору. Кроме того, требуется особо точное выдерживание глубины дрены в створе коллектора, что не всегда удается сделать в сложных производственных условиях. Бывают также случаи, когда устья дрены находятся ниже основания коллектора. Трудно контролируемыми остаются истоковые участки дрен, поскольку их глубина не может быть зафиксирована в процессе заглубления рабочего органа.

Точность формирования ложа на дне щели относительно копира и укладка на него дренажных труб обеспечивается надежной работой следящей системы дреноукладчика, которая периодически проверяется и налаживается путем тщательных контрольных нивелировок продольного положения дренажных линий.

В настоящее время используются два основных варианта подготовки пластмассовых дренажных труб: предварительная обмотка труб рулонным защитно-фильтрующим материалом в стационарных заводских условиях; защита труб рулонным материалом в процессе укладки специальным обмоточным устройством, установленным на дреноукладчике МД-4.

Более технологичным является первый вариант. Производственный опыт показывает, что при втором варианте из-за поломок и разладки обмоточного оборудования происходят неоправданные простои дренажных бригад. Кроме того, в этом случае и качество защиты по всей длине дрены не всегда отвечает требованиям. Разрыв ЗФМ в 2—3 местах может привести к заилению и выходу из строя всей дрены.

Основные технологические особенности и последовательность строительства дренажа из пластмассовых труб бестраншейным комплексом МД-4, МД-12 следующие: до начала строительства коллекторно-дренажной сети выполняются культуртехнические и планировочные работы по подготовке трасс; осуществляется вынос проекта и трассировка сети в натуру; строятся основная водопроводящая сеть и коллекторы; на приобъектный склад доставляются дренажные материалы.

Дренажные трубы и арматура из полимерных материалов складируются на объекте строительства на настилы (деревянные стеллажи, соломенные маты). Высота штабеля не должна превышать 2 м. Сверху штабель труб прикрывают брезентом, соломой или

ветками для защиты от атмосферных воздействий. Места складирования обычно располагают не ближе 50 м от заправочных пунктов ГСМ.

Планировку трасс дрен выполняют универсальным бульдозером класса тяги 100 кН в один или два рабочих хода при высоте (глубине) неровностей более 20 см и поперечном уклоне трасс более 3°. Ширина планируемой трассы 4 м. Планировка трасс должна быть выполнена не позднее, чем за день до укладки дренажа, что обеспечивает фронт работ дреноукладчика МД-4.

Для развозки дренажных материалов используют бульдозер или трактор ДТ-75М в сцепе с металлическим листом или прицепом. Приобъектный склад должен быть расположен на расстоянии не более 2 км от места производства работ.

Общая масса дренажных материалов (труб, ЗФМ и соединительных деталей) составляет примерно 270 кг на 1 км пластмассовых дрен.

Погрузка и разгрузка бухт пластмассовых труб выполняется вручную. При перевозке бухты ставят на ребро или навешивают на стойки транспортного прицепа.

По трассам дрен их раскладывают (у устья) с левой стороны по ходу дреноукладчика исходя из длины дрен и труб в бухтах.

Для заглубления рабочего органа дреноукладчика МД-4 от коллектора вначале разрабатывается приямок длиной 5—6 м и шириной 0,5 м. Дно приямка должно быть на 3—5 см выше трубы коллектора. При работе по технологической схеме, когда дрены выпадают в открытый канал, рабочий орган дреноукладчика может заглубляться непосредственно от канала при его ширине не менее 4 м. При меньшей ширине канала дополнительно разрабатывается приямок длиной 3—4 м.

Процесс укладки дрен начинается с подготовки дреноукладчика к работе, включающей следующие операции: установка на трассу; навешивание бухты пластмассовых труб; подача трубы через направляющие в спускной лоток; заглубление рабочего органа в приямок или открытый канал и закрепление трубы за коллектором прижимной вилкой.

После укладки 10 м дрены ее подсоединяют к коллектору с использованием соединительных деталей или через керамическую трубу.

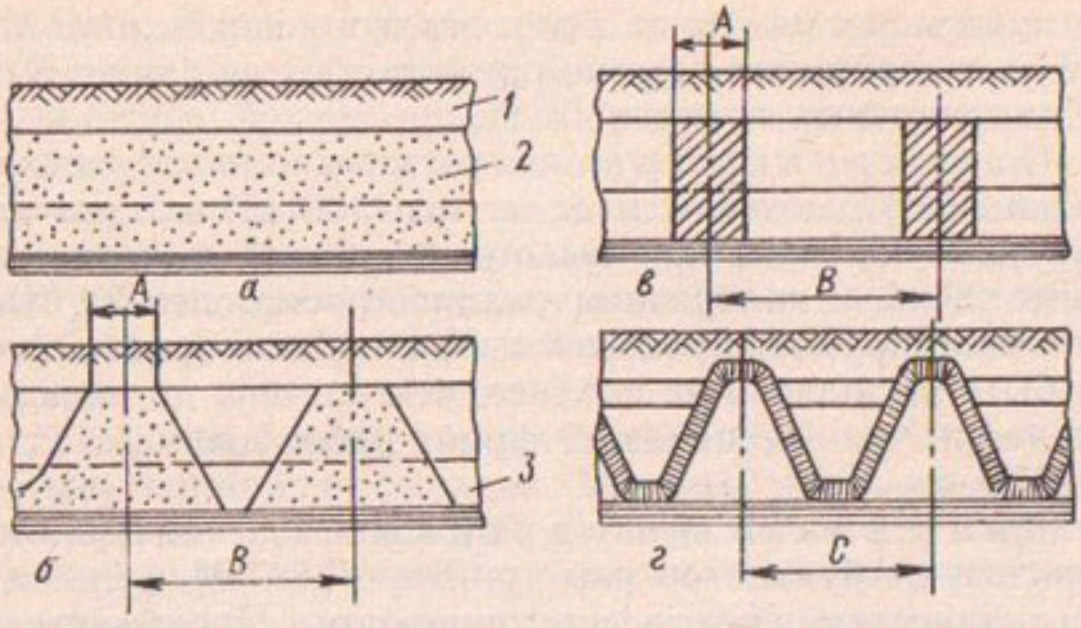


Рис. 51. Бестраншейный дренаж с фильтрующими элементами:

а — сплошная засыпка песчано-гравийной смесью или местным фильтрующим грунтом; *б* — колонки из песчано-гравийной смеси; *в* — фильтрующие блоки; *г* — фильтрующие жгуты; *1* — пахотный слой грунта; *2* — зона глубокого рыхления; *3* — слой грунта с ненарушенной структурой; *A* — ширина колонки по верху; *B* — расстояние между осями колонок; *C* — расстояние между осями жгутов

Оформление истока дренажной линии выполняется за 3—5 м до выглубления рабочего органа. Пластмассовую трубу обрезают и торец закрывают заглушкой или плотным ЗФМ типа иглопробивного нетканого полотна или ПЭ-холста. При продолжении рабочего хода дреноукладчика конец трубы опускается на дно щели.

При обрыве трубы или окончании бухты трубы стыкуются при помощи накладной соединительной муфты или отрезка трубы длиной 20—30 см.

В случае необходимости увеличения осушительного действия бестраншейных дрен в тяжелых слабоводопроницаемых грунтах или устройства комбинированных систем подпочвенного увлажнения с осушителями-увлажнителями или скважинами-усилителями с бестраншейным дреноукладчиком может агрегатироваться специальное сменное трубоукладочное оборудование, позволяющее осуществлять укладку фильтрующих элементов одновременно с прокладкой основных дренажных трубопроводов (рис. 51).

§ 36. Технология строительства закрытых коллекторов большого диаметра

В зависимости от механического состава почвы, глубины закладки труб, агрессивности среды, в которой будет работать коллектор, применяются трубы из различных материалов: керамические, асбоцементные и железобетонные. Диаметр применяемых труб следующий, см: гончарных — 25; керамических — 25, 30, 35, 40; асбоцементных — 25, 30, 35, 40, 50; железобетонных — 30, 40, 50, 60 и 80.

Для строительства закрытого коллектора диаметром 25 см в основном применяются керамические трубы. Однако, если глубина закладки коллекторов превышает 3,5 м, эти трубы заменяются более прочными асбоцементными или керамическими повышенной прочности

Разработка траншеи при заложении коллекторов из труб диаметром 25 см на глубину до 2 м производится многоковшовыми или одноковшовыми экскаваторами, имеющими трубоукладочные устройства для предотвращения обрушения стенок траншеи. При глубине траншеи от 2 до 3 м верхнюю часть траншеи целесообразно отрывать бульдозером, а нижнюю (глубиной до 2 м) — многоковшовыми экскаваторами.

В случаях, когда для строительства коллекторов применяют трубы диаметром более 25 см, а также когда диаметр применяемых труб 25 см, но глубина их закладки больше 3 м, для отрывки траншеи используются одноковшовые экскаваторы. При этом ширина дна траншеи принимается следующей: для труб диаметром от 30 до 50 см — $D+60$ см; для труб диаметром больше 50 см — $D+100$ см (D — наружный диаметр труб). При использовании одноковшовых экскаваторов траншеи отрываются с наклонными стенками.

Строительство закрытых коллекторов диаметром более 25 см проводится при наиболее низком уровне стояния грунтовых вод.

Грунтовые и поверхностные воды, интенсивно поступающие в траншею, удаляются самотеком по желобкам на дне траншеи либо откачиваются насосом. При необходимости для этой цели применяются иглофильтры.

Подготовка трасс коллекторов большого диаметра производится аналогично подготовке трасс дрен. Шири-

на подготавливаемой полосы должна быть достаточной для обеспечения доставки и размещения коллекторных труб и деталей сооружений, движения землеройных и подъемно-транспортных машин, размещения вынутого грунта.

Железобетонные трубы и детали сооружений при перевозке должны закрепляться так, чтобы исключить их повреждение. Керамические и асбоцементные трубы для коллекторов рекомендуется перевозить в контейнерах (пакетах).

Погрузочно-разгрузочные и монтажные работы при строительстве крупных коллекторов производятся с помощью подъемных средств (автомобильных и тракторных кранов, погрузчиков и т. д.), снабженных стропами, крюками и клещевыми захватами, которые во избежание повреждения труб должны иметь мягкие накладки.

Доставка коллекторных труб и деталей сооружений на трассы осуществляется в зависимости от местных условий автотранспортом, на прицепах или лыжах. Трубы и детали сооружений раскладываются рядом с траншеей вне призмы обрушения.

При строительстве коллекторов большого диаметра на дне для укладки труб подготавливается ложе с учетом их диаметра.

В плотных и каменистых грунтах, где практически невозможно сделать ложе так, чтобы трубы прилегали плотно, его углубляют на 2—3 см и делают в него подсыпку из сыпучих материалов.

Опускание трубы в траншею производится вручную (когда применяются керамические или асбоцементные трубы малых диаметров), при помощи автокрана или специального крана на гусеничном ходу, а чаще всего экскаватором, отрывающим траншею.

Герметизация стыков между трубами осуществляется по ходу укладки их в траншею и должна исключать проникновение грунта в коллектор в течение всего срока его службы.

Участки коллектора с уложенными трубами обычно контролируют на правильность выдерживания заданной глубины и уклона нивелиром или визирами (допустимые местные отклонения отметки дна от проектных $+5$ см); на прямолинейность — визирами (допустимые отклонения трубы от оси траншеи $\pm 1{,}5$ см); на качество укладки и стыковки — визуально, щупом, линейкой.

Не допускаются зазоры в стыках без защиты фильтрующим материалом. Поперечное смещение торцов труб должно быть не более $^1/_3$ толщины стенки трубы, а угловое смещение — не более 3° на 1 м длины.

Если глубина траншеи над коллектором из керамических труб превышает 2 м, а для остальных труб — 3 м, делается присыпка их вручную (на 5 см выше труб) с послойной утрамбовкой грунта. Дальнейшая засыпка траншеи производится бульдозером.

При строительстве коллекторов из железобетонных труб их наружная поверхность покрывается антикоррозионными материалами. Для присыпки железобетонных труб используется грунт после снятия верхнего слоя.

§ 37. Выдерживание продольных уклонов

Заданный уклон дна при отрывке дренажной траншеи обеспечивается следящей системой, щуп которой скользит по направляющему тросу, натянутому вдоль трассы. Копирный трос установлен в строгом соответствии с проектным уклоном дна траншеи.

Следящая система предназначена для автоматического управления подъемом и опусканием рабочего органа дреноукладчика и состоит из щитка, датчика, электромагнитов и электропроводки. На щитке управления расположены сигнальные лампочки, кнопка звукового сигнала, кнопки управления электромагнитами, включатели автоматики и включатели сигнализации.

Датчик предназначен для управления системой выдерживания заданного уклона дна траншеи и представляет собой электрическое переключающее устройство, установленное на рабочем органе экскаватора-дреноукладчика. Опираясь на копирный трос, щуп датчика действует на переключающее усройство, сигнализирующее об отклонении рабочего органа от заданной глубины копания. Воздействия щупа на трос регулируются противовесом до начала работ.

Для дреноукладочных экскаваторов ЭТЦ-202А, ЭТЦ-163, МД-4, МД-12 заданный уклон дрен можно обеспечить и с помощью лазерного луча.

Лазерный указатель уклона УКЛ-1 состоит из светоизлучателя, установленного на штативе в устье дрены,

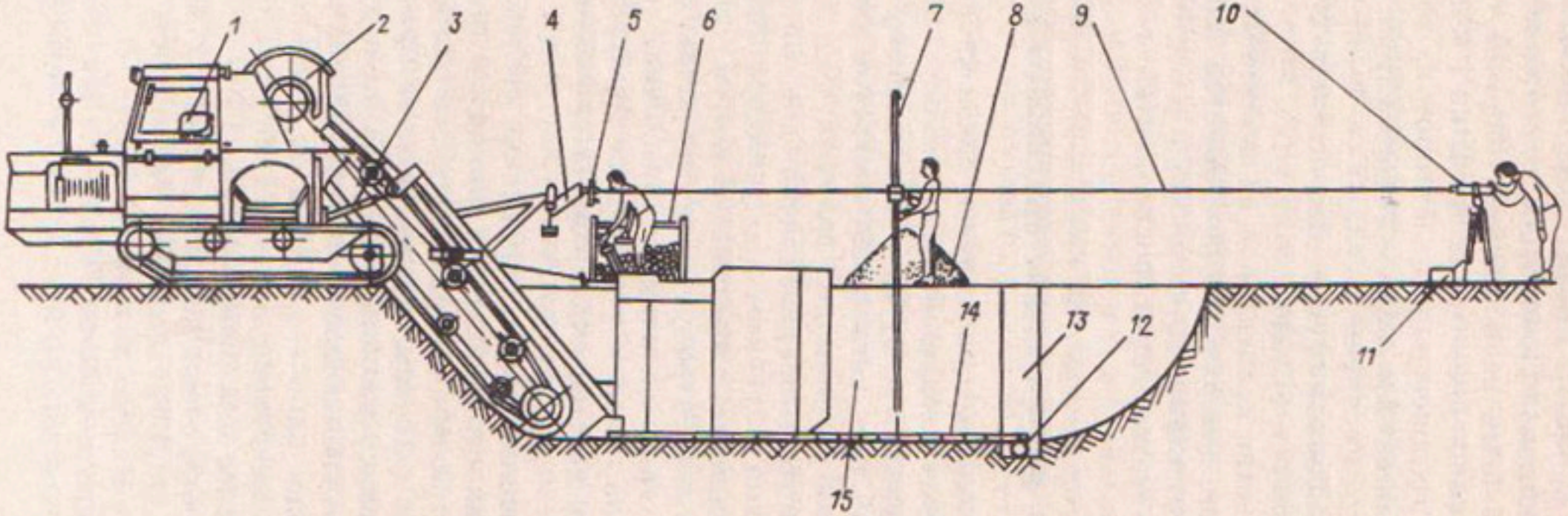


Рис. 52. Схема укладки дренажа экскаватором ЭТЦ-202А с лазерным указателем глубины копания:

1— блок выработки команд; *2*— экскаватор; *3*— исполнительный гидроцилиндр; *4*— узел подвески; *5*— фоточувствительная головка; *6*— контейнер; *7*— фоторейка; *8*— отвал грунта; *9*— луч лазера; *10*— лазерный излучатель; *11*— аккумуляторная батарея; *12*— коллекторная траншея; *13*— труба коллектора; *14*— дрена; *15*— дренажная траншея

и фотоприемника (рис. 52), который состоит из фоточувствительной головки и блока выработки команд (БВК). Светоизлучатель испускает лазерный луч параллельно проектному уклону дрены. Фоточувствительная головка, закрепленная на рабочем органе машины, принимает луч, преобразуя его электрический сигнал, и передает на БВК, установленный в кабине машины. Далее БВК формирует команду управления и специальной электрогидравлической системой автоматически поддерживает рабочий орган машины в заданном положении. Дальность действия лазерного луча до 500 м.

При большой глубине закладки закрытых коллекторов на тяжелых глинистых грунтах с включением пней и камней траншейный дренаж строят экскаваторами (рабочее оборудование — обратная лопата или драглайн).

Уклон дна траншеи проверяют визиром, который состоит из стойки с уровнем и ригеля. Стойку ставят вертикально на дно траншеи так, чтобы ригель был повернут в сторону натянутого троса. Если нижняя кромка ригеля касается троса, значит, отметка дна соответствует проектной, зазор между кромкой ригеля и тросом свидетельствует о недоборе или переборе грунта. Недоборы срезают, а переборы заполняют трамбованным песчаным грунтом (вместе с боем трубок, щебнем или гравием).

Контролировать отметки дна траншеи можно по меткам на рукояти экскаватора (с рабочим оборудованием обратная лопата) и нивелиром. В этом случае промежуточные отметки проверяют Т-образными визирами.

Эксплуатационная надежность и работоспособность дренажной системы в целом зависят от степени соответствия фактических продольных уклонов и глубины закладки дренажных трубопроводов проектным.

Основным способом контроля продольных уклонов дрен является контрольное нивелирование.

Для регулирования качественных показателей в процессе укладки дрен используют нивелир-уклономер. Его устанавливают в начальной точке дрены, а на конце ставят вешку или рейку с меткой, соответствующей проектному уклону. На эту метку наводят визирную трубу геодезического инструмента и закрепляют ее в этом положении.

Прибор может применяться в качестве обычного нивелира с самоустанавливающейся линией визирования, а также как уклономер. Уклономером можно задавать и измерять наклон визирного луча. Для этого зрительная труба снабжена дополнительным объективом, ось которого расположена в одной горизонтальной плоскости с осью основного объектива. Перед дополнительным объективом прибора установлен уклономер в виде компенсатора, состоящего из неподвижного и подвижного клиньев. С последним жестко скреплена отсчетная шкала, изображение которой при помощи специального объектива и системы призм передается в поле зрения окуляра. Поворачивая подвижный клин со шкалой вокруг визирной оси, можно получить требуемый наклон визирного луча или, подводя изображение выбранного деления рейки к горизонтальной нити сетки, отсчитать по шкале величину наклона.

В комплекте с прибором используется нивелирная рейка, приспособленная как для непосредственного отсчета фактических отметок дна дренажных траншей, так и для определения отклонений фактических отметок дна траншей от проектных. Для этого к рейке крепится выдвижная пятка с дополнительной сантиметровой шкалой (длиной 40 см) с нулевым делением в центре. Эта шкала фиксируется при каждой установке инструмента на соответствующем отсчете по рейке, определяемом зависимостью $a = H_{ги} - H_{пко} + i\Delta S - d_в$, где $H_{ги}$ — горизонт инструмента на дистанции, см; $H_{пко}$ — проектная отметка в устье дрены, см; i — проектный уклон; ΔS — расстояние от нулевого пикета (ПКО) в устье дрены до инструмента, см; $d_в$ — внешний диаметр дренажных труб, см.

Дополнительная шкала нанесена на передвижную визирную мерку с устройством для точного совмещения нулевого деления с отсчетом на рейке. Рейка устанавливается через определенные промежутки на дно траншеи или на верхнюю кромку дренажных труб. Наблюдатель берет отсчеты, которые при соблюдении проектного уклона дна траншеи должны быть одинаковыми. В случае отклонения уклона выполненного дна от проектного отсчеты, взятые по рейке, используются для определения величины этих отклонений.

Новый способ контрольного нивелирования (нивелиром-уклономером) является перспективным.

При строительстве бестраншейного дренажа для контроля точности выполнения продольных уклонов дрен апробировано в производственных условиях два способа.

Первый способ предусматривает использование специального приспособления. На стойках трубоукладчика внутри рабочего органа монтируется в плавающем положении штанга. Нижний конец ее скреплен с резиновым прижимным роликом, который опирается на дренажный трубопровод и движется по нему одновременно с проходом рабочего органа. К верхнему концу штанги прикрепляется геодезическая рейка, по которой снимаются через определенные расстояния контрольные отсчеты.

При втором способе точность выдерживания уклонов определяется с помощью специальных вешек. Длина их 1,5 м, диаметр — 5 см. Вешки устанавливаются непосредственно следом за прохождением рабочего органа дреноукладчика в точках снятия контрольных отметок, нижний конец их ставится на дренажный трубопровод, при этом смыкающийся грунт плотно зажимает вешку. При исполнительной нивелировке геодезическая рейка устанавливается на верхний конец вешки.

Наибольшая точность выдерживания заданного уклона отмечается при работе дреноукладчика по технологической схеме: открытый канал — дрена (см. рис. 50, *б*). При работе дреноукладчика по технологической схеме закрытый коллектор — дрена (см. рис. 50, *а*) наблюдаются иногда отклонения от заданного уклона при заглублении рабочего органа. Для выполнения качественной укладки дренажных трубопроводов по этой схеме приямок для заглубления рабочего органа дреноукладчика целесообразно отрывать с высокой точностью.

§ 38. Средства механизации для строительства дренажа

В настоящее время наибольшее распространение в условиях Нечерноземной зоны РСФСР получили траншейный и бестраншейный способы строительства дренажа с применением экскаватора-дреноукладчика ЭТЦ-202А и дреноукладчика МД-4 (табл. 14).

14. Техническая характеристика

Параметры	Траншейные	
	ЭТЦ-202А	ЭТЦ-206
Мощность двигателя, кВт	40	118
Тип рабочего органа	Ковшовый	Цепной
Размеры траншеи, щели, м:		
глубина	2	2
ширина	0,5	0,4
Уклон дна траншеи	0,02—0,002	0,02—0,002
Скорости:		
рабочая, м/ч	15—590	250
транспортная, км/ч	1,12—4,45	1,53
Масса, т	10,6	23,9
Удельное давление на грунт, МПа	0,033	0,038
Габаритные размеры, мм:		
длина	11500	9280
ширина	2480	3270
высота	3120	4940
Численность дренажного звена, чел.	5	5

Экскаватор-дреноукладчик ЭТЦ-202А (рис. 53) предназначен для рытья траншей прямоугольного сечения глубиной до 2 м и шириной 0,5 м (в талых грунтах с каменистыми включениями диаметром не более 35 см). Одновременно с разработкой траншеи экскаватор обеспечивает полумеханизированную укладку керамических или пластмассовых труб с обкладкой их подстилающей и покровной лентами фильтрующего материала. При работе экскаватора обеспечивается качественная укладка в траншею керамических труб диаметром от 50 до 120 мм, а также пластмассовых диаметром от 40 до 75 мм в бухтах.

Экскаватор ЭТЦ-202А состоит из следующих основных узлов: двигателя, коробки скоростей, рамы, ходовой части, рабочего органа — ковшовой цепи, транспортера, трубоукладчика, барабана для пластмассовых труб, электрооборудования и электрогидравлической следящей системы. Двигатель марки Д-50 имеет мощность 41 кВт.

На раме экскаватора закреплены рабочий орган, транспортер, бункер, лоток и упоры. Бункер предназначен для ограждения спускного лотка, упоры поддерживают рабочий орган в транспортном положении. Ра-

дреноукладочных машин

	Узкотраншейные		Бестраншейные	
	ЭТЦ-163	ЭТЦ-2010	МД-4	МД-12
	40	55	118	220
Скребковый		Скребковый	Статичный (нож)	Статичный (нож)
	2	2	1,8	1,6—1,8
	0,25	0,27	0,2	0,2
	0,02—0,002	0,02—0,002	0,0015	0,0015
	18—684	40—1750	453—1530	450—1600
	1,3—4,42	0,16—6,76	До 1,53	1,53
	9	10	29,5	35,0
	0,03	0,03	0,037	0,035
	10300	6000	11540	13100
	2480	2700	3200	3220
	2590	3900	5400	4850
	4	4	5	4

бочий орган состоит из ковшовой цепи, рамы, натяжного устройства, турасного вала, очистителя ковшей, направляющих роликов и служит для разработки грунта, выноса его из траншеи, выгрузки на транспортер. Транспортер предназначен для подачи грунта из траншеи в отвал. Привод транспортера осуществляется цепной передачей, соединяющей ведущие барабаны с редуктором.

Трубоукладчик представляет собой распорный ящик сварной конструкции, внутри которого закреплен наклонный прутковый спусковой лоток для подачи на дно траншеи дренажных керамических или пластмассовых труб. Верхняя и нижняя части лотка соединены шарнирно. В верхней части установлено кольцо для направления труб, в нижней — прижимной ролик для уплотнения труб, укладываемых в желобок на дне траншеи.

Барабан-бухтодержатель предназначен для установки бухт пластмассовых труб и монтируется на оси кронштейна в передней части рамы дреноукладчика.

При работе экскаватора-дреноукладчика ЭТЦ-202А проектный уклон выдерживается с помощью электрогидравлической следящей системы, работающей по копирному тросу. Операция установки упоров и натяже-

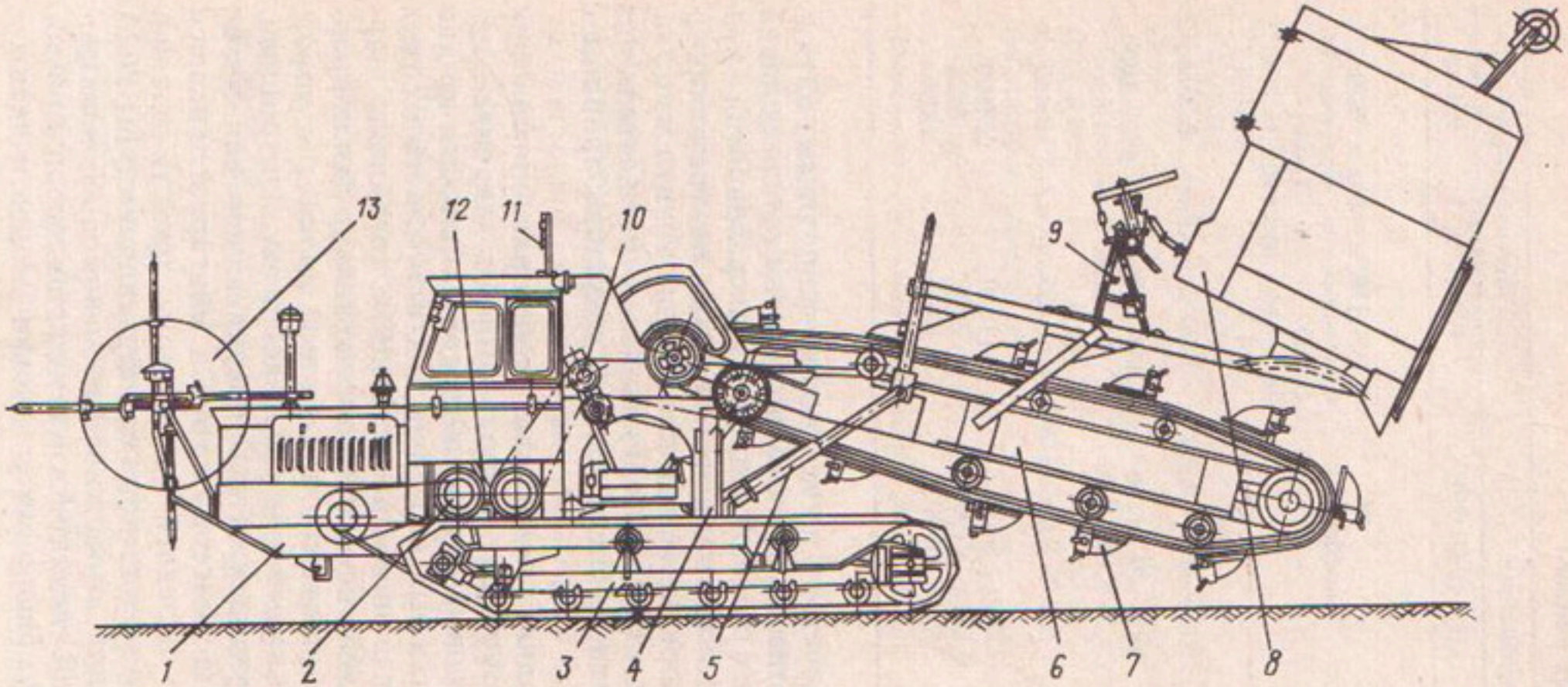


Рис. 53. Экскаватор-дреноукладчик ЭТЦ-202А:

1 — рама; *2* — коробка скоростей; *3* — ходовая часть; *4* — пилон; *5* — гидросистема; *6* — рабочий орган; *7* — ковшовая цепь; *8* — трубоукладчик; *9* — датчик; *10* — привод ковшовой цепи; *11* — следящая система; *12* — система управления экскаватора; *13* — барабан для пластмассовых труб

ния копирного троса выполняется вручную и является одной из наиболее трудоемких. Применение люнета позволяет устанавливать упоры через 40—60 м. По конструкции люнет представляет собой двуплечный рычаг. На одном плече люнета закрепляется регулируемый противовес, на другом — захват для взаимодействия с копирным тросом. Люнет крепится на кронштейне, монтируемом на шасси дреноукладчика (рис. 54). При этом экскаватор-дреноукладчик работает по обычной технологии, только в начале рабочего хода захват люнета закрепляется с копирным тросом, в конце — снимается с него.

Узкотраншейный экскаватор-дреноукладчик ЭТЦ-163 (рис. 55) предназначен для сроительства дренажа из керамических и пластмассовых труб с внутренним диаметром до 75 мм на глубину от 0,7 до 1,7 м в грунтах до II категории включительно с содержанием камней размером до 10 см в поперечнике при ширине траншей 0,25 м.

Экскаватор ЭТЦ-163 состоит из шасси, включающего раму, ходовую часть, двигатель, коробку скоростей, которые аналогичны экскаватору-дреноукладчику ЭТЦ-202А, дополнительную раму, органы управления и кабину; рабочего органа с трубоукладчиком и шнековым транспортером; электрогидросистемы и барабана для пластмассовых труб.

В связи с трудными условиями для выполнения технологических операций по мелиорации на объектах Нечерноземной зоны экскаватор ЭТЦ-163 не получил широкого внедрения.

В настоящее время начато серийное производство узкотраншейных экскаваторов-дреноукладчиков ЭТЦ-2010, предназначенных для строительства керамического и пластмассового дренажа на глубину до 1,7 м и шириной 0,25 м в торфяных и минеральных грун-

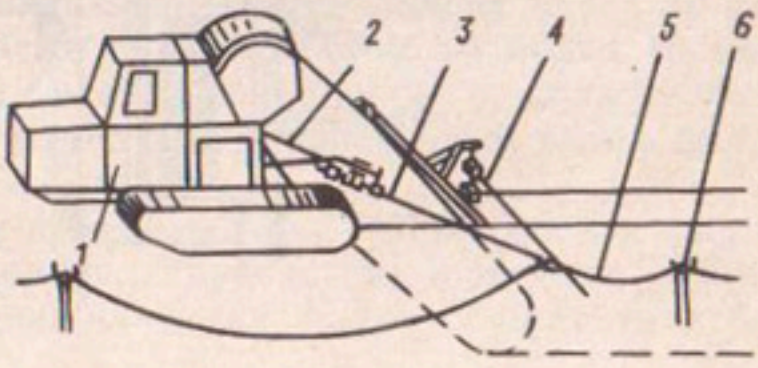


Рис. 54. Схема установки люнета на экскаваторе-дреноукладчике:

1 — экскаватор; *2* — люнет; *3* — рычаг люнета с захватом; *4* — щуп датчика уклоноуказателя; *5* — копирный трос; *6* — упор

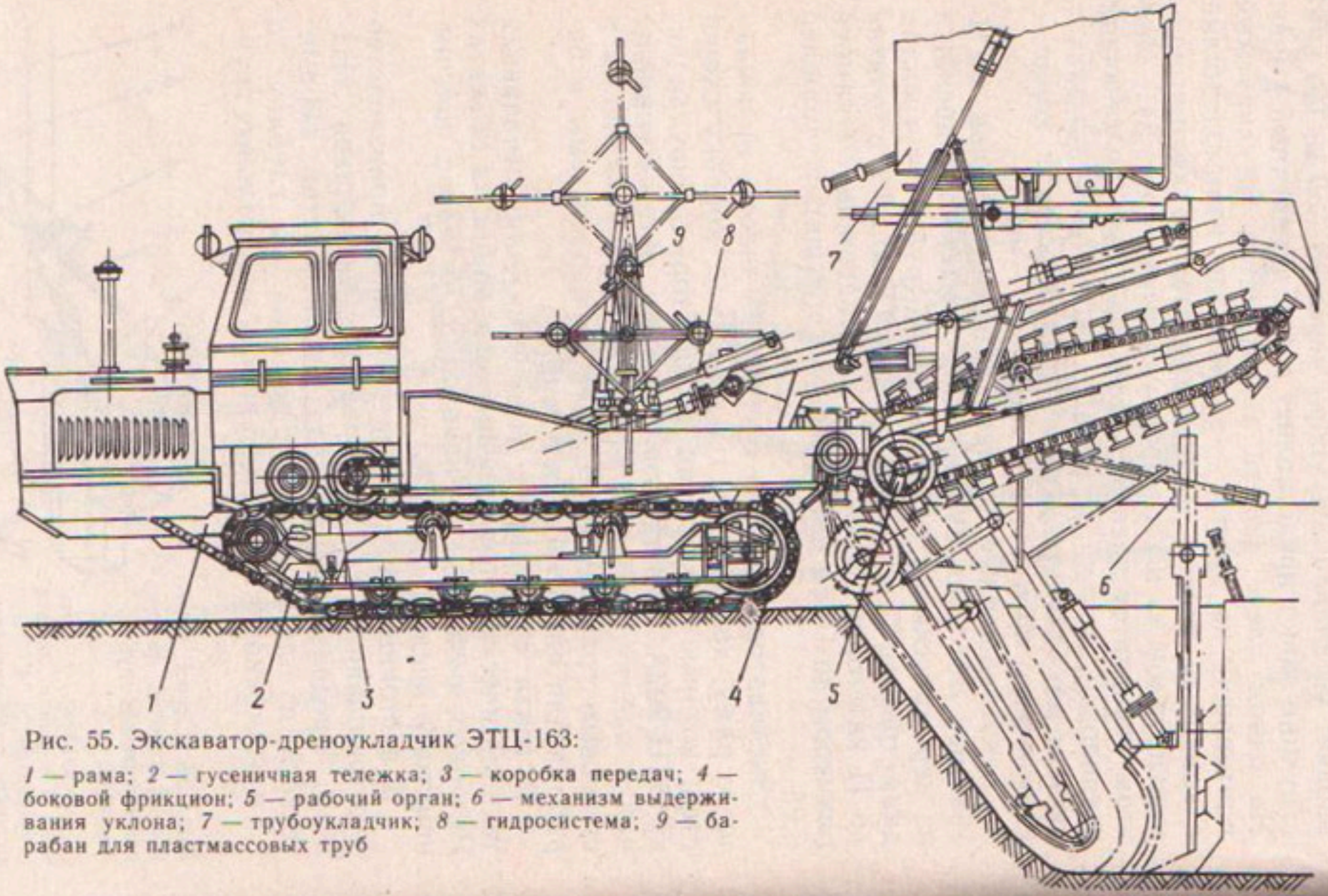


Рис. 55. Экскаватор-дреноукладчик ЭТЦ-163:

1 — рама; *2* — гусеничная тележка; *3* — коробка передач; *4* — боковой фрикцион; *5* — рабочий орган; *6* — механизм выдерживания уклона; *7* — трубоукладчик; *8* — гидросистема; *9* — барабан для пластмассовых труб

тах I—II категории с каменистыми включениями размером до 10 см.

Дреноукладчик полностью, за исключением рабочего оборудования, бухтодержателя для пластмассовых труб и некоторых дополнений в гидросистеме, унифицирован с экскаватором-дреноукладчиком ЭТЦ-202.

Рабочий орган экскаватора-дреноукладчика состоит из рамы, телескопического лотка, турасного вала, верхней рамы, на которой устанавливается кронштейн датчика системы выдерживания заданного уклона, рабочей скребковой цепи, натяжного механизма и направляющих роликов.

Он оборудован спускным лотком для дренажных труб, оберточным механизмом и металлическим контейнером для запаса керамических труб. Конструкция оберточного механизма с гидроприводом надежна в работе и обеспечивает качественную изоляцию дренажных труб. Хорошее качество обертки дренажных трубопроводов сохраняется даже в неустойчивых грунтах при скорости укладки дрен до 400 м/ч.

При работе машины с рабочей цепью, оборудованной Т-образными скребками, скорость укладки в тяжелых сухих и переувлажненных суглинистых грунтах III категории не превышает 100 м/ч.

При наличии большого количества каменистых включений диаметром свыше 10 см производительность машины резко снижается и ухудшается качество укладки дренажа. В данных условиях необходима предварительная подготовка трасс рыхлителями пассивного действия на глубину не менее 50 см.

В последнее время находит применение бестраншейный дреноукладчик МД-4 в комплекте с тягачом МД-5.

Дреноукладчик МД-4 с тягачом МД-5 (рис. 56) предназначен для прорезания щели глубиной до 1,8 м с одновременной укладкой пластмассовых дренажных труб в минеральных и торфяных грунтах при содержании каменистых включений диаметром не более 30 см и погребенной древесины диаметром не более 10 см. Высота (глубина) местных неровностей не должна превышать 20 см на длине 5 м, а поперечный уклон трассы — более 3°.

Основные узлы дреноукладчика МД-4: базовая часть, навесное оборудование, гидросистема и система управления. Базой дреноукладчика МД-4 служит трактор

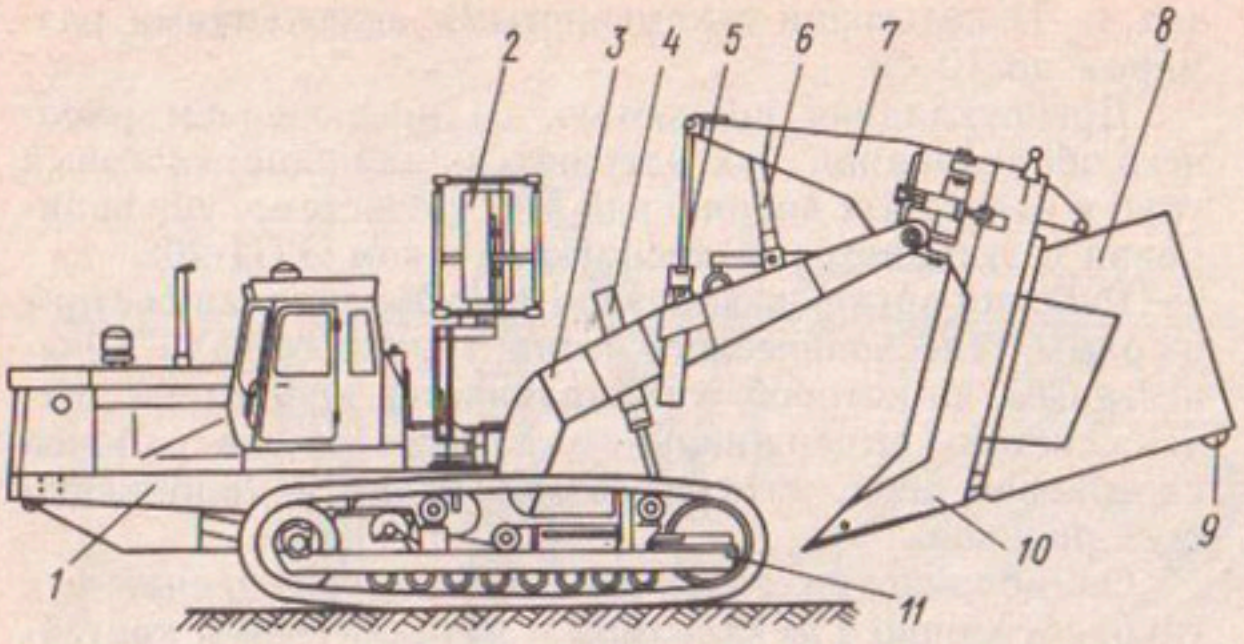


Рис. 56. Бестраншейный дреноукладчик МД-4:

1 — базовый трактор; *2* — бухтодержатель; *3* — рычаг; *4*, *5* — гидроцилиндры; *6* — система управления; *7* — коромысло; *8* — трубоукладчик; *9* — прижимной ролик; *10* — нож; *11* — гусеничная тележка

Т-130.1.Г-1 с видоизмененными гусеничными тележками и редуктором гусеничного хода.

Навесное оборудование включает рычаг, коромысла, нож, трубоукладчик, бухтодержатель. Оно предназначено для прорезания в грунте узкой щели с заданным уклоном дна.

Гидросистема дреноукладчика состоит из гидросистемы трактора, гидроцилиндров управления навесным оборудованием, трубопроводов высокого давления. Система управления включает следящее устройство.

Трубоукладчик шарнирно соединен с рабочим органом — ножом, к которому плотно прижат в транспортном положении. Он представляет собой сборную конструкцию, состоящую из бункера, лотка, настила, направляющей, прижимного ролика и ограждения. Поворот трубоукладчика относительно ножа ограничен ходом гидроцилиндра. Бункер — это коробка сварной конструкции с опорным дном. Верхняя часть бункера закрыта настилом с ограждением. Дно лотка имеет У-образный профиль, верх шарнирно закреплен на буркере, низ снабжен опорой, скользящей в рабочем положении по дну дренажной щели. Сварная направляющая пластмассовой трубы крепится к лотку и служит для регулирования подачи в бункер трубоукладчика. Барабан-бухтодержатель предназначен для

установки пластмассовой трубы в бухте и состоит из рамы, рычага и катушки.

При укладке дренажа проектный уклон выдерживается автоматически по сигналам датчика с помощью гидроцилиндров поворота рабочего органа и трубоукладчика. Гидроцилиндр подъема рабочего органа находится в плавающем положении. Управление сводится к ведению носка ножа на проектной глубине параллельно копирному тросу или оптической оси теодолита. Выполнение заданных параметров щели обеспечивается системой высотного положения рабочего органа, которая ведет точку подвески датчика высотного положения по копиру, а также системой угловой стабилизации, поддерживающей постоянным угол резания относительно горизонтали.

При работе дреноукладчика по оптической оси теодолита угловое положение ножа выдерживается так же, как и по копирному тросу, а высотное положение относительно оптической оси регулируется оператором при подаче сигналов на электрогидрозолотник трубоукладчика с дистанционного пульта управления. Для регулирования уклона используется также лазерный указатель.

Тяговое усилие дреноукладчика МД-4 обеспечивает тягач МД-5. Он состоит из базового трактора Т-130.1.Г-1, балансира, буксирного устройства, гидросистемы, гусеничных тележек, механизма привода гусеничного хода, гусеничной ленты.

Для заглубления рабочего органа дреноукладчика МД-4 отрывают приямок экскаватором ЭТЦ-202А или одноковшовым типа Э-304В вместимостью ковша 0,25—0,4 м^3.

В настоящее время парк дренажных машин пополнился узкотраншейным экскаватором-дреноукладчиком новой модели ЭТЦ-2010 и бестраншейным дреноукладчиком МД-12 (см. табл. 14).

Дреноукладчик МД-12 предназначен для укладки пластмассовых дренажных труб диаметром 120 мм, предварительно защищенных рулонным фильтрующим материалом, на глубину до 1,8 м в торфяных грунтах и до 1,6 м — в минеральных. Заданный уклон прорезаемой щели выдерживается автоматически по копирному тросу или лазерному лучу. Дреноукладчик МД-12 по конструкции аналогичен дреноукладчику МД-4 и со-

стоит из следующих основных частей: трактора, рамы тягача, гидросистемы, навесного оборудования, трубоукладчика, системы управления.

Присыпка дренажных линий производится одновременно с укладкой труб и обкладкой их фильтрующим материалом, как правило, вручную. Для механизации этой трудоемкой и важной для работоспособности дренажа операции разрабатываются специальные приспособления. Одной из наиболее удачных конструкций является присыпатель типа МЭ-310, навешиваемый на бункер экскаватора-дреноукладчика. При работе присыпателя срезается и подается в траншею слой грунта толщиной 15—30 см.

Хорошо зарекомендовал себя присыпатель дрен ПДТ-1, агрегатируемый с бульдозером на базе трактора класса 30 кН. Присыпатель ПДТ-1 состоит из рамы, которая с помощью кронштейна крепится на толкающем брусе бульдозера с правой стороны, стойки, двух плоских ножей, лыжи, защитной решетки, гидроцилиндра, тяги, болта с прокладками, троса и цепей.

Для присыпки агрегат подают к траншее, отрытой многоковшовым экскаватором, так, чтобы оба ножа были установлены на ее краю. Поворачивая тягу в ту или иную сторону, добиваются горизонтального положения ножей относительно земли. Глубину срезки (0,1—0,25 м) регулируют лыжей. Присыпка производится при движении агрегата с левой стороны траншеи. В конце трассы присыпатель поднимается в транспортное положение, агрегат разворачивается, нож бульдозера опускается и при движении в обратном направлении производится окончательная засыпка траншеи.

§ 39. Состав дренажных бригад

В настоящее время в Нечерноземье широко применяют бригадную организацию труда. Бригады бывают специализированные и комплексные. *Специализированные* — создаются для выполнения определенного вида работ (культуртехнических, земляных, укладки дренажа, строительства сооружений, заготовки торфа).

Комплексная бригада, предназначенная для выполнения полной номенклатуры мелиоративных работ, включает специализированные бригады и звенья.

В Нечерноземье применяют также и звеньевую организацию труда. Звено отличается от специализированной бригады лишь количественным составом и меньшей номенклатурой выполняемых работ и операций. Чаще всего звеньевую организацию труда применяют при укладке закрытого дренажа, при этом состав звена состоит из следующего количества работающих:

Укладка труб вручную с обкладкой рулонным ЗФМ, обсыпка сверху фрезерным торфом, присыпка гумусированным грунтом вручную	5
Укладка труб через лоток трубоукладчика (с поправкой труб вручную), механизированная обертка труб лентой рулонного ЗФМ, присыпка гумусированным грунтом вручную	4
То же, присыпка механизирована	3

Существование звеньев связано в основном с малыми объемами работ на объекте. При звеньевой системе организации труда сложнее управлять производством, увязывать работу между звеньями, чем при бригадной.

Как показывает практика, разные механизаторы, работая в равных условиях, на одних и тех же марках машин, выполняют различные объемы работ. Зависит это от практических навыков механизаторов и квалификации дренажных работ. При формировании мелиоративных бригад необходимо учитывать выработку каждого работающего в единицу времени и квалификацию.

Например, строительство траншейного дренажа может осуществлять специализированная бригада, обслуживающая 3 экскаватора-дреноукладчика ЭТЦ-202А и бульдозер, устанрвленный на тракторе класса тяги 30 кН. В состав бригады входят нивелировщик, реечник, 3 машиниста с тремя помощниками и 8—9 рабочих-трубоукладчиков.

При дренажных работах с применением дреноукладочного комплекса МД-4, МД-5 в звено по укладке дренажных трубопроводов с применением для регулирования продольных уклонов копирного троса обычно входит 7 человек: машинист дреноукладчика МД-4, помощник машиниста, машинист тягача и 4 трубоукладчика.

Широкое распространение получила работа бригад по хозяйственному расчету — бригадному подряду. Основой его является низовой хозрасчет, внедрение научной организации труда, активное участие рабочих

в управлении производством. Отношения между бригадой, участком и администрацией ПМК определяются годовым договором. Целью производства мелиоративных работ по методу хозрасчета является повышение уровня организации труда, ускорение ввода мелиорируемых земель в эксплуатацию при высоком качестве строительно-монтажных работ и наименьших затратах материально-технических и трудовых ресурсов.

§ 40. Строительство дренажа в сложных гидрогеологических условиях

К сложным условиям строительства относятся в первую очередь неустойчивые грунты, подверженные в процессе эксплуатации обрушению или оплыванию — водонасыщенные торфяники, мелкозернистые пески, плывуны. Кроме того, определение «сложные гидрогеологические условия» дополняется минеральными грунтами с повышенным содержанием каменистых включений, торфяниками с наличием погребенной древесины (пни, корни).

До начала работ на объектах с неустойчивыми грунтами в летний период проводится предварительное осушение участка сетью открытых каналов. В зимний период на таких объектах можно проводить работы без предварительного осушения при наиболее низком уровне стояния грунтовых вод.

Технологический процесс строительства дренажа в неустойчивых грунтах отличается от устройства дренажных линий в устойчивых грунтах I—III категорий способами выполнения операций основного цикла. Дренажные трубы в этом случае укладывают на деревянные стеллажи или пластмассовую опорную ленту. При этом бункер трубоукладчика должен иметь ограждающий дополнительный ящик для обеспечения безопасности рабочего при полумеханизированной укладке дренажных труб с последующей ручной стыковкой и при выполнении операции изоляции дренажных труб защитно-фильтрующим материалом.

Большую роль в эффективном выполнении процесса играет применение новых полимерных материалов. Одним из путей повышения надежности дренажа и совершенствования технологии его строительства является использование пластмассовых труб, либо стыковка

керамических дренажных труб перфорированными пластмассовыми муфтами — водоприемно-соединительными устройствами. Собранную дренажную линию укладывают на пластмассовую опорную ленту, представляющую собой профилированную полосу из армированного подстилочного защитно-фильтрующего материала (АПЗФМ). Основу материала составляет холст из полиакрилнитрильного волокна, армированный полиэтиленовой сеткой. Толщина ленты 1 мм, коэффициент фильтрации $1{,}5 \cdot 10^{-3}$ см/с. Рулон такой ленты устанавливают на нижнюю катушку экскаватора ЭТЦ-202А вместо подстилающей ленты ЗФМ.

Традиционной конструкцией при укладке дренажных линий в неустойчивых грунтах, особенно торфяниках, являются деревянные стеллажи. Их применение и укладка возможны только из удлиненного бункера дреноукладочной машины. К бункеру крепится дополнительный ограждающий ящик длиной 2—3 м. Он является съемной конструкцией и применяется при работе в неустойчивых грунтах. Присоединение дрены к коллектору и другие вспомогательные операции рабочий выполняет, находясь в ограждающем ящике.

Присыпка уложенных дренажных линий производится гумусированным грунтом со стенок траншеи, либо привозным фильтрующим материалом. Для срезки грунта со стенок траншеи на трубоукладчике монтируются специальные фигурные ножи-присыпатели.

При укладке дренажных линий на опорную подстилающую ленту звено состоит из 5 чел. и включает: машиниста VI разряда, помощника машиниста V разряда, рабочих V, IV и III разрядов. При укладке дренажа на деревянные стеллажи дренажное звено увеличивают на одного рабочего II разряда. Важным условием эффективного выполнения операций является непрерывность, поточность производства всех работ в едином цикле.

Традиционная технология строительства дренажа в закамененных грунтах базируется на применении одноковшовых экскаваторов типа Э-304 с последующей доработкой дна траншеи вручную под заданный уклон. Укладка дренажа из керамических или пластмассовых труб в такую траншею выполняется вручную.

Трудоемкость и нерентабельность такого процесса ставит вопрос о поисках новых путей решения задачи

строительства осушительных систем в закамененных грунтах. Наиболее приемлем путь использования комплекса машин: специальной машины для обнаружения и удаления каменистых включений по трассам дрен и экскаватора-дреноукладчика ЭТЦ-202А либо другой дреноукладочной машины.

Одной из рациональных конструкций специальной машины для удаления камней по трассам можно считать специальный камнеподъемник РКП-1, предназначенный для извлечения камней по трассам дрен и коллекторов с глубины до 1 м.

Для извлечения камней можно использовать канало-копатель ЛКА-2М, открылки которого обрезаны так, чтобы ширина проходимой трассы составляла 50—60 см.

Контрольные вопросы

1. В какой последовательности производится закрепление на местности положения дренажных систем?
2. Какие общие требования предъявляются к подготовке трасс?
3. Что делается для предотвращения недопустимого провисания копирного троса?
4. Из каких основных операций состоит процесс строительства закрытого дренажа?
5. Какими способами производится строительство закрытого дренажа и с помощью каких машин?
6. Наиболее распространенный способ подключения дрен к коллекторам.
7. Как осуществляется засыпка дренажных траншей?
8. Какая последовательность операций при строительстве дренажа бестраншейным дреноукладчиком?
9. Какой основной способ контроля продольных уклонов дрен?
10. Какой состав специализированной бригады?

ГЛАВА 7

СТРОИТЕЛЬСТВО ДРЕНАЖНЫХ СИСТЕМ В ЗИМНЕЕ ВРЕМЯ

§ 41. Выбор объектов для зимнего строительства

Мелиоративно-строительные работы зимой связаны со значительными затратами труда, что вызвано трудностью разработки мерзлых грунтов.

Основными характеристиками зимнего периода являются величина средней отрицательной температуры воздуха и длительность ее воздействия. Произведение средней декадной температуры на количество суток с этой отрицательной температурой называют градусо-сутками. Так, показатель 600 градусо-суток в зимний период может означать, что температура —5 °С держалась 20 дней, —10 °С — 30 дней, —20 °С — 10 дней. Таким образом в данном районе количество зимних градусо-суток составляет: $5° \times 20_{сут} + 10° \times 30_{сут} + 20° \times 10_{сут} = 600$ градусо-суток.

Началом зимнего периода считают срок устойчивого перехода среднесуточной температуры воздуха через 0 °С.

По продолжительности зимнего периода Нечерноземную зону можно условно разделить на четыре температурных района (табл. 15).

По данным наблюдений метеорологических станций, глубина промерзания грунтов определяется в районе строительства. Наибольшая глубина промерзания грунтов в условиях Нечерноземной зоны РСФСР отмечается в марте—апреле. Меньшему промерзанию подвержены участки, покрытые древесно-кустарниковой растительностью, залежные и луговые при плотном травостое, с высоким уровнем грунтовых вод. Изменение глубины промерзания грунтов по месяцам зимнего

15. Температурные районы Нечерноземной зоны РСФСР

Температурный район	Количество градусо-суток	Область
T_1	600—1000	Ленинградская, Новгородская, Псковская, запад Калининской, Смоленская, Брянская, Калужская, Тульская, Орловская
T_2	1000—1400	Запад Вологодской, Ярославская, Костромская, Ивановская, Московская, Владимирская, Горьковская, Рязанская, восток Калининской и др.
T_3	1400—1800	Запад Архангельской, восток Вологодской, Кировская, Пермская и др.
T_4	Свыше 1800	Восток Архангельской, восток Коми АССР и др.

Примечание. Калининградская область имеет менее 400 градусо-суток.

16. Характеристика районов

Температурный район	Средняя максимальная глубина промерзания минеральных почв, см	Дата начала промерзания	Продолжительность промерзания грунта, сут
T_1	50	15.XI	135
T_2	50—70	10.XI	145
T_3	70—100	5.XI	170
T_4	Свыше 100	25.X	Свыше 170

периода характеризуется плавным ее увеличением к концу зимы. Характеристика температурных районов по глубинам промерзания и длительности зимнего периода приведена в табл. 16.

При промерзании грунтов резко возрастает их механическая прочность, временное сопротивление сжатию и разрыву. От механической прочности грунтов зависит сложность их разработки, которая характеризуется числом ударов плотномера (рис. 57).

Прочность мерзлых грунтов во многом зависит от их влажности до замерзания. Наибольшей механической прочности грунта при промерзании соответствует влажность, равная полной влагоемкости: 20—22 % для супесчаных и 30 — 35 % для глинистых грунтов. В осенний период влажность выше у глинистых (связных) грунтов. Песчаные (несвязные) грунты вследствие большой водопроницаемости в ряде случаев имеют в предморозный период небольшую влажность и смерзаются слабее глинистых (цементирующее действие льда не проявляется полностью), что в конечном счете отражается на снижение их прочностных характеристик и позволяет относительно легко разрабатывать грунт в зимний период. При увеличении влажности грунта до полной влагоемкости при промерзании образуются прослойки льда,

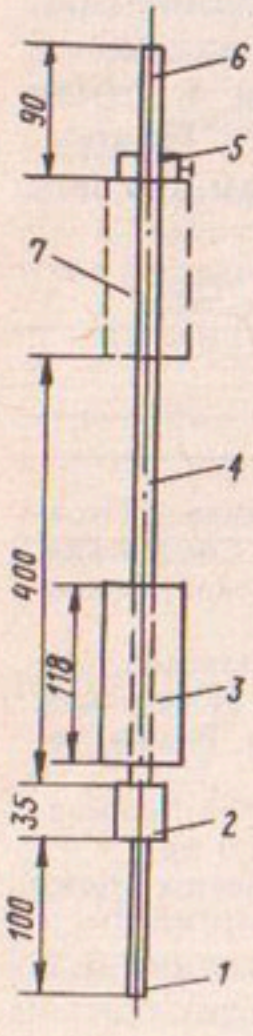


Рис. 57. Ударник ДорНИИ:
1 — наконечник; *2* — заплечник; *3* — груз; *4* — стержень; *5* — упор; *6* — ручка; *7* — верхнее положение груза

нарушающие связь скелета грунта, что снижает его сопротивление механическим разработкам.

При выборе объектов мелиорации для зимнего строительства следует тщательно анализировать гидрогеологические условия массива, водно-воздушный режим почвогрунтов. В необходимых случаях следует проводить подготовительные работы по регулированию водного режима на участке, чтобы уменьшить промерзание грунтов зимой и снизить их прочность.

Объемы работ, выполняемых в зимний период в зоне осушения, постоянно возрастают, что подтверждается результатами работы ряда объединений Северо-Западного и Центрального районов Нечерноземной зоны РСФСР. Опыт передовых производственных организаций свидетельствует о том, что в зимний период работы по строительству осушительных систем могут выполняться эффективно. Так, в Ленинградской области сменная выработка передовых дренажных бригад составляет зимой 400—500 м погонной длины, что соответствует нормам выработки летнего периода.

Объекты для строительства закрытых осушительных систем зимой выбирают по материалам изысканий и изучения их в натуре. При этом учитываются: характер рельефа местности, механический состав грунтов и степень их закамененности, наличие и мощность дернового покрова, характер древесно-кустарниковой растительности, гидрогеологические условия массива.

В план зимних работ целесообразно включать закрытые дренажные системы, если:

выполнение земляных работ на них в летний период затруднено из-за высокого стояния грунтовых вод и низкой несущей способности грунтов;

они расположены на торфяно-болотных или минеральных несвязных почвогрунтах (супесчаных и песчаных) с плотной дерниной, покрытых лесокустарниковой растительностью;

работы ведутся на почвогрунтах с каменистостью не более 10 $м^3$/га и в торфяниках, в которых отсутствует крупная погребенная древесина;

участки строительства расположены недалеко от центральных баз строительных организаций или вблизи дорог с твердым покрытием.

На участках с пересеченным рельефом создаются более сложные условия для производства работ вслед-

ствие неравномерности промерзания грунтов. Степень пересеченности рельефа характеризуется разностью между наиболее низкими и наиболее высокими отметками на участке. При перепаде высот рельефа до 10 см на участке рекомендуется вести строительство в зимний период, от 10 до 20 см — в ограниченных случаях, свыше 20 см — объекты не включаются в план зимних работ. Как правило, строительство закрытых дренажных систем в зимний период рекомендуется вести на участках с ровным рельефом и хорошо выраженным общим уклоном. Не рекомендуется проводить дренажные работы на участках с наличием грунтово-напорного питания.

Целесообразность производства отдельных видов работ в зимний период при строительстве открытых каналов, сооружений и закрытого дренажа обосновывается с учетом дополнительных факторов. Зимой рекомендуется разрабатывать каналы с удельным объемом выемки не менее 4 м ^{3}. В первую очередь для строительства намечаются основные проводящие, ловчие и нагорные каналы. Строительство закрытого дренажа рекомендуется в грунтах с высокими коэффициентами фильтрации.

Правильный выбор объектов для зимнего строительства позволяет выполнить планируемые работы качественно и с высокой эффективностью, ускорить ввод земель в сельскохозяйственное использование, значительно повысить коэффициент использования мелиоративной техники.

§ 42. Способы защиты грунтов от промерзания

Для успешного выполнения мелиоративно-строительных работ в зимний период необходимо подготовиться к ним осенью. В зависимости от гидрогеологических условий и культуртехнической характеристики строящегося объекта разрабатывают мероприятия по защите трасс каналов и дрен от глубокого промерзания: предварительное рыхление; снегозадержание; покрытие грунта местным теплоизоляционным материалом; насыщение грунта различными химическими составами.

Предзимнее предварительное рыхление грунта на 0,3—0,4 м навесными рыхлителями и плугами с после-

дующим боронованием способствует уменьшению плотности грунта, повышению пористости и улучшению теплотехнических характеристик грунта, что уменьшает глубину промерзания и удлиняет период нахождения грунта в талом состоянии. Разрыхленный и впоследствии смерзшийся грунт обладает механической прочностью в 2—4 раза меньшей, чем грунты ненарушенной структуры.

Эффективно применение совместного рыхления и снегозадержания. Снежный покров уменьшает, а большой мощности приостанавливает рост толщины промерзшего слоя грунта. Для создания утолщенного снежного покрова его сгребают в валы бульдозерами с двух сторон вдоль трассы дрены; при этом необходимо стремиться к минимальному уплотнению снега, так как с повышением его плотности теплопроводность снега увеличивается.

Естественному снегозадержанию способствуют срезанные кустарник и мелколесье, оставленные на трассе, которые увеличивают толщину снежного покрова в 2 раза.

Предзимнее рыхление грунтов по трассам осушительных систем, карьерам, площадкам под гидротехнические сооружения успешно производится трехстоечным рыхлителем РУ.65.2,5, навешиваемым на трехточечную симметричную навеску тракторов Т-100МГС, Т-130ГС. Эксплуатационная производительность данного рыхлителя на трассе каналов и дрен, проходящих в легких супесях и суглинках, предварительно вспаханных и продискованных, составляет 0,4—0,5 га/ч, в глинах — 0,2—0,3 га/ч. Выбор технологической схемы предзимнего рыхления зависит от состояния трассы будущего канала или дрены, сроков разработки их сечения при отсутствии воды на поверхности почвы и уровне грунтовых вод ниже 0,7 м.

Для сооружений, планируемых к строительству в первой половине зимы, пески, супеси, средние суглинки и торф до их смерзания рыхлят за один проход трехстоечного рыхлителя, во второй — за два прохода со смещением оси движения трактора на 0,4 м. Тяжелые суглинки и глины в первом случае рыхлят за два прохода рыхлителя со снятой средней стойкой, во втором — за дополнительный проход по неразрыхленному грунту. На участках с густым травяным покровом высотой

0,2—0,3 м рыхление производят за один проход. Это объясняется тем, что при повторном рыхлении происходят частые срывы дерна.

Для защиты дренажных трасс от глубокого промерзания можно применять местные теплоизоляционные материалы — торф, опилки, срезанный кустарник или полимерные материалы — пенопласты.

Технологический процесс нанесения пенопласта для утепления грунта состоит из следующих операций: подготовка (разбивка) трасс для покрытия, оборудование мест для дозаправки пеногенератора во время работы, нанесение пенопласта на требуемую площадь, периодическая дозаправка пеногенератора компонентами и кислотой.

После проведения цикла работ по защите грунта от промерзания его разработка в зимнее время ведется комплексом машин, используемых в летний период. При строительстве закрытого дренажа обратная засыпка производится смесью грунта с пенопластом, что улучшает ее фильтрационные свойства.

Химический способ защиты грунта от промерзания основан на засолении его солью или растворами по трассам осушительных систем. Сухие реагенты (соль) применяют во влажных и с повышенной водопроницаемостью грунтах, концентрированные растворы — в сухих или слабо дренируемых грунтах. В качестве химического реагента используют дешевый и недефицитный технический хлористый натрий (соль), отходы калийных комбинатов, в исключительных случаях — хлориды калия, магния, кальция и аммония. Химический способ обработки грунта можно проводить в местах, где временное присутствие в грунте солей высоких концентраций не приводит к коррозии подземных элементов сооружений. Недопустимо использование этого способа вблизи подземных электрических и телефонных кабелей, наземных электрифицированных коммуникаций, так как засоленный грунт — хороший проводник электрического тока.

Следует отметить, что засоление грунтов может отрицательно влиять на урожайность сельскохозяйственных культур в первые годы освоения новых земель. Меньшей токсичностью обладает твердая соль, получаемая при упаривании рассолов. Рекомендуемая концентрация — 120—360 г/л.

Потребное количество солей при защите грунтов от промерзания зависит от вида грунта, его объемной массы, влажности, содержания прочно связанной воды и расчетной глубины промерзания. Ожидаемая температура грунта на различных глубинах берется по данным местных метеостанций. Работы выполняются осенью до наступления устойчивых морозов: за 5—15 сут — для песчаных и супесчаных грунтов в условиях влажных зим и продолжительных оттепелей и за 20—45 сут — для глинистых грунтов в условиях морозных зим.

Сухой реагент рассыпают сплошным покрытием всей предохраняемой поверхности при небольших объемах работ или полосовым покрытием (большие объемы, использование мощной экскавационной техники). Обработанные солями поверхности почвы следует защищать от смывания атмосферными осадками. Для этого рекомендуется рыхление на глубину 20—30 см. При задержке устойчивых морозов обработанную поверхность следует покрыть утеплителем толщиной 10—15 см.

§ 43. Разработка мерзлых грунтов

Механизированная разработка мерзлых грунтов относится к методу механического нарушения структурного состояния мерзлого грунта. Технологический процесс основан на использовании одной машины, рабочий орган которой совмещает разрушение и экскавацию мерзлого грунта.

При разработке мерзлых грунтов используют: баровые, дискофрезерные и бурильные машины (непрерывное резание грунта тонкими стружками); роторные и цепные траншейные экскаваторы (резание крупным сколом); одноковшовые экскаваторы с ковшами активного действия, оборудованные пневмо-гидроударными блоками и другими устройствами (выемка грунта); средства гидромеханизации с высоконапорными струями-гидромониторы.

Общим недостатком машин, предназначенных для механической разработки мерзлых грунтов, является малая надежность, низкий моторесурс из-за повышенного абразивного износа рабочих органов и высокая энергоемкость процесса сплошного резания.

При глубине промерзания 5—7 см строительство закрытого дренажа производят многоковшовыми экскаваторами типа ЭТЦ-202А без предварительного разрыхления.

При большем промерзании требуется предварительное разрушение мерзлого слоя грунта. Применяется в этих случаях механический способ как более доступный и простой.

По способам разработки трассы в мерзлом грунте для последующей работы экскаваторов-дреноукладчиков можно выделить 3 технологические схемы.

Первая схема применяется при глубине промерзания трасс от 5 до 25 см. Мерзлый слой разрабатывают рыхлителями с пассивными рабочими органами. При подготовке трасс под дренаж разработанный мерзлый грунт сдвигают бульдозером на расстояние до 4 м от оси траншеи.

Вторая схема применяется при глубине промерзания грунта от 25 до 50 см. Мерзлый грунт разрабатывают машинами с активными рабочими органами: роторными экскаваторами на базе тракторов класса 30 кН, дискофрезерными или баровыми машинами в комплекте с корчевателями.

Третья схема применяется при глубине промерзания грунтов свыше 50 см. Мерзлый слой разрабатывают роторными экскаваторами на базе тракторов тягового класса 60 кН и выше или баровой машиной типа ДГП-ЗУМ.

Машины с пассивными рабочими органами разрабатывают грунт рыхлением послойно (навесные рыхлители на базе тракторов класса 60 кН и выше, переоборудованные для этой цели корчеватели-собиратели различных марок). Применение машин с пассивными рабочими органами для рыхления мерзлого грунта рекомендуется при глубине промерзания трасс дрен до 25 см, трасс открытых каналов — до 50 см.

Рыхление мерзлого грунта с помощью машин ударного действия (одноковшовые экскаваторы с рабочим органом в виде шар- и клиномолотов) позволяет разрабатывать слой мерзлого грунта на глубину до 50—100 см. Данный вид оборудования целесообразно применять только при разработке отдельных сосредоточенных выемок под гидротехнические сооружения.

При глубине промерзания дренажных трасс 25—50 см рекомендуется использовать машины с активными рабочими органами — баровые и щелерезно-фрезерные на базе тракторов класса 30 и 60 кН. Разработка мерзлого слоя грунта в этом случае производится в 2 этапа. Вначале мерзлый грунт разрезают на блоки дискофрезерными или баровыми машинами продольными проходами, а при необходимости и поперечными. Последующее рыхление и сдвигание нарезанных блоков производят рыхлителями с пассивными рабочими органами. Для обеспечения данной ширины канала по верху и его прямолинейности вдоль бровок канала в мерзлом грунте целесообразно прокладывать ограничивающие профильные щели.

При глубине промерзания дренажных трасс 50—60 см используют машины с активным рабочим органом:

— роторные и цепные экскаваторы для трасс открытых каналов;

— рыхлители с пассивными органами на базе тракторов с мощностью двигателя 185—370 кВт.

При любом способе рыхления мерзлых грунтов для последующей работы одноковшовых экскаваторов предельные размеры кусков мерзлого грунта не должны превышать 0,4—0,5 м, для многоковшовых экскаваторов — 0,10—0,15 м.

Для строительства дренажа рекомендуются четыре технологические схемы. Применяемые при этом машины указаны в табл. 17.

17. Комплексы машин для производства земляных работ при строительстве дренажа зимой

Технологическая схема	Глубина промерзания грунта, см	Машины для разработки мерзлого грунта	Машины для доработки траншеи и укладки дренажа
1	5—25	Рыхлитель пассивного действия РК-1,2	Экскаватор-дреноукладчик ЭТЦ-202А
2	25—50	Щелерезно-фрезерная машина ЩФМ-3-0,8	ЭТЦ-202А
3	50—80	Экскаватор ЭТЦ-208А	ЭТЦ-202А
4	5—100	—	ЭТЦ-206

§ 44. Особенности производства дренажных работ зимой

В зоне осушения при строительстве закрытого дренажа зимой применяется, как правило, раздельная технология производства земляных работ, основанная на использовании экскаватора-дреноукладчика ЭТЦ-202А после разработки мерзлого слоя грунта. Как и в летних условиях, дренаж строится траншейным способом преимущественно из керамических труб, в качестве защитного фильтрующего материала используются стеклохолсты типов ВВ-Г, ВВ-М, ВВ-АМ. В зимних условиях целесообразно формировать дренажные линии с муфтами или втулками, особенно при строительстве регулирующих дрен диаметром 50 мм. Укладку дренажных труб производят через трубоукладчик по наклонному спускному желобу одновременно с отрывкой траншеи. Более перспективна однопроходная технология с применением специализированных машин типа ЭТЦ-206, предназначенных для строительства дренажа в летних и зимних условиях. Выдерживание заданного уклона дрен осуществляется автоматически с помощью электрогидравлической следящей системы экскаватора-дреноукладчика. Конструкцией машин предусмотрена возможность укладки как керамических, так и пластмассовых труб и защита их от заиления лентами рулонного материала.

Подачу керамических труб на спускной лоток трубоукладчика выполняет оператор, рабочее место которого оборудовано сиденьем и двухсторонней электрической звуковой сигнализацией. Для укладки пластмассовых труб предусмотрены бухтодержатель, направляющие устройства и прижимной ролик.

Дреноукладчик ЭТЦ-206 (рис. 58) оснащен универсальным цепным рабочим оборудованием, используемым для разработки траншеи не только в мерзлых, но и в талых устойчивых грунтах, что позволяет эксплуатировать машину круглый год. Рабочая скорость дреноукладчика ЭТЦ-206 в грунтах, промерзших на глубину 0,5—0,7 м, составляет 120 м/ч, в талых устойчивых грунтах — до 250 м/ч. Технические возможности такого мощного узкотраншейного экскаватора-дреноукладчика наиболее полно могут быть использованы при укладке пластмассовых дренажных труб или керами-

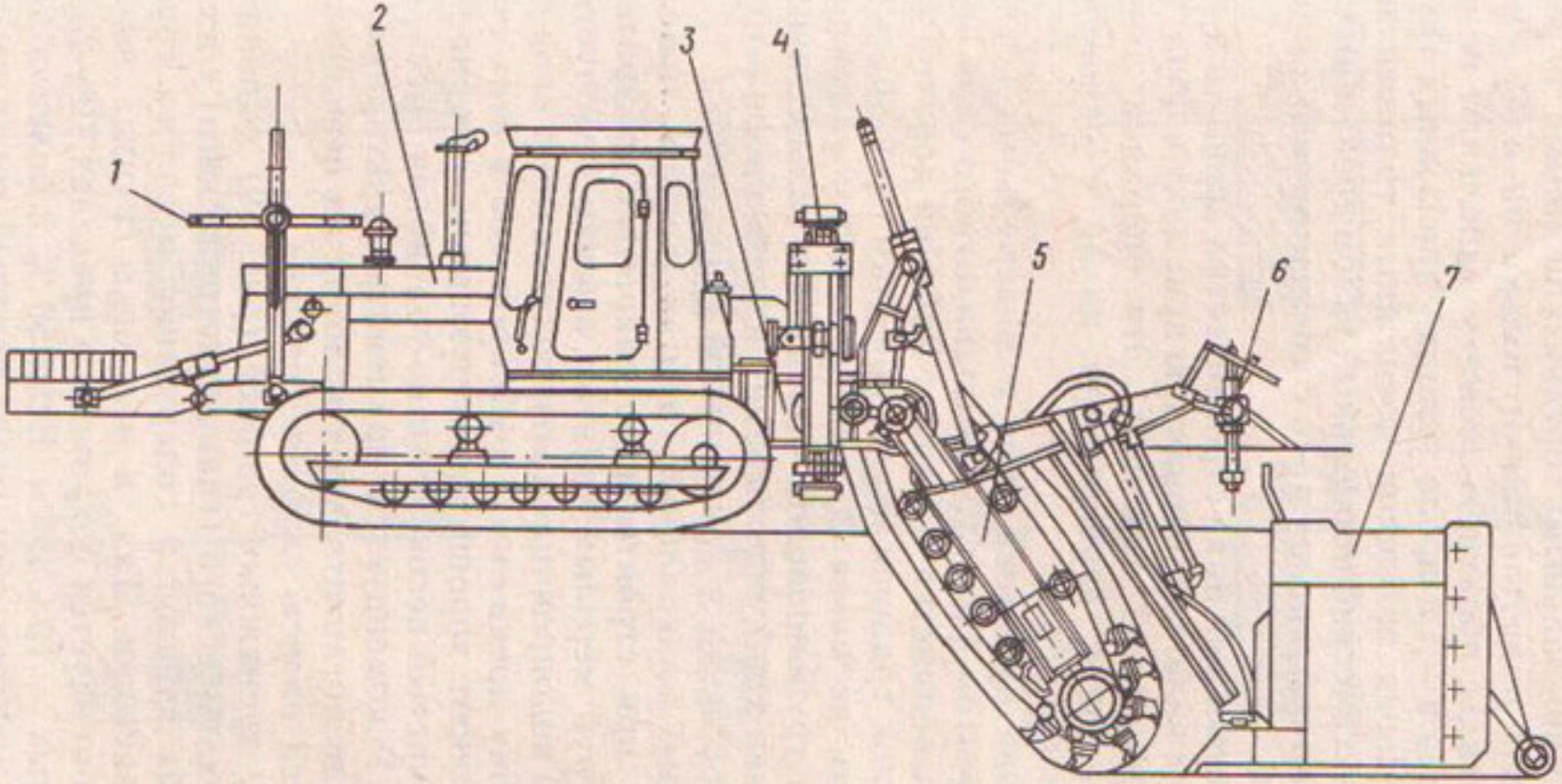


Рис. 58. Экскаватор-дреноукладчик ЭТЦ-206:

1 — бухтодержатель пластмассовых труб; *2* — базовый трактор; *3* — редуктор; *4* — скребковый конвейер; *5* — цепное рабочее оборудование; *6* — щуповой датчик; *7* — трубоукладчик

ческих труб с соединительными пластмассовыми втулками.

В зимних условиях все технологические операции по строительству закрытого дренажа необходимо выполнять с минимальными организационными перерывами. Трассы подготавливают только на одну смену работы бригады, обратную засыпку выполняют не позже, чем через 2—3 ч после укладки дренажных трубопроводов. Перед засыпкой дренажных траншей проверяется фактический продольный уклон дренажных линий, качество соединения дрен с коллектором и защиты от заиления.

Заключительный цикл строительства дренажа в зимних условиях включает первичную присыпку и обратную засыпку дренажных траншей. Эти операции выполняются в едином, неразрывном цикле с основными операциями процесса.

Первичная присыпка дрен в минеральных грунтах с коэффициентом фильтрации подпахотного слоя более 0,3 м/сут выполняется вручную. Рабочий лопатой снимает со стенок траншеи грунт, при этом слой присыпки должен быть не менее 20 см. Траншею с уложенным дренажным трубопроводом присыпают талым грунтом после укладки труб, обертывания их стыков фильтрующими материалами и контрольной нивелировки.

В тяжелых минеральных грунтах (глинах, тяжелых суглинках) при строительстве закрытых собирателей присыпка труб мерзлым грунтом выемки недопустима из-за малой водопроницаемости подпахотного слоя почвы. Присыпку дренажных трубопроводов в этих условиях выполняют хорошо фильтрующими материалами (крупнозернистый песок, песчано-гравийная смесь, щепа и др.). Рекомендуется применять пунктирную засыпку в виде поглотительных колонок из песчано-гравийной смеси на всю глубину траншеи.

Засыпку дренажных траншей (рис. 59) выполняют с учетом механического (гранулометрического) состава дренируемых грунтов и содержания мерзлого грунта в объеме засыпки. Так, в песчаных грунтах высоту валика рекомендуется сохранять в пределах 10—25 см, в суглинистых — 10—35 см. Если 50 % и более объема дренажной засыпки составляет мерзлый грунт, то требуется минимальная высота валика (25—35 см).

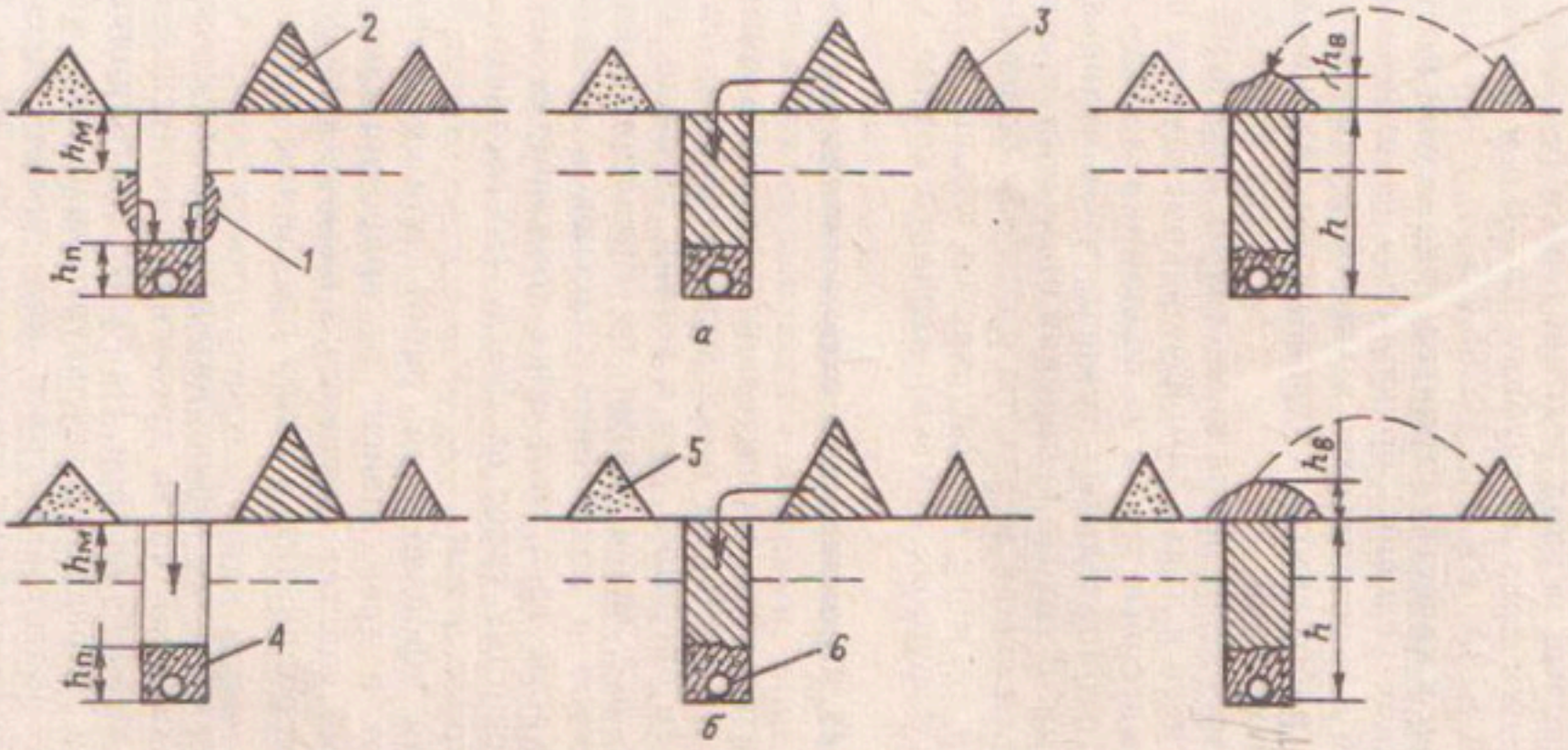


Рис. 59. Схема присыпки и окончательной засыпки дренажа в зимних условиях:

а — в легких грунтах; *б* — в тяжелых грунтах; *1* — талый грунт; *2* — грунт выемки; *3* — мерзлый грунт выемки; *4* — привозной фильтрующий материал; *5* — отвал снега; *6* — дрена; h — глубина траншеи; $h_м$ — глубина промерзания; $h_п$ — глубина присыпки; $h_в$ — высота валика

В процессе оттаивания грунта засыпки весной в верхней части траншеи может образоваться илистый водонепроницаемый экран. Для ликвидации его, а также с целью увеличения водоприемной способности дрен в послепаводковый период рекомендуется рыхлить засыпку по трассам дрен на глубину 0,5—0,6 м рыхлителями типов Д-513А, РК-1,2, РУ.65.2,5.

Требования к качеству строительства осушительных систем в зимних условиях практически не отличаются от требований к строительству в летний период, однако производства работ зимой обусловливают ряд дополнительных особенностей.

Так, керамические дренажные трубы должны быть очищены от снега и льда. Зимой не рекомендуется применять пластмассовые трубы из поливинилхлорида, так как они при отрицательных температурах становятся очень хрупкими. В грунте первичной присыпки не должны содержаться комья мерзлоты размером более 5 см. При обратной засыпке не допускается подача в траншею целиков (крупных комьев) мерзлого грунта.

§ 45. Производство вспомогательных работ

При строительстве осушительных систем в зимний период подготовительный цикл включает значительно больший объем операций, чем в летний. Прежде всего, сюда входят все мероприятия по предварительному выбору объектов и подготовке участков к производству работ. Кроме того, этот цикл дополняется операциями по расчистке трасс от снега, что соответствует планировке трасс летом.

Технология производства работ при подготовке трасс каналов и дрен зависит от природно-климатических условий участка осушения и включает культуртехнические мероприятия, а также предзимнее рыхление трасс.

Культуртехнические мероприятия включают срезку и сгребание надземной части древесной растительности, извлечение и вывозку камней. Наиболее благоприятным условием для проведения культуртехнических мероприятий при подготовке трасс под зимний дренаж является средняя глубина промерзания 20—30 см. Выбор технологических схем и комплексов машин для подготовки трасс обусловливается климатическими осо-

бенностями зоны, видом древостоя, характером закаменности и наличием средств механизации.

Для удаления древесной растительности при подготовке дренажных трасс в основном используются технологические способы, основанные на применении бульдозеров, кусторезов и корчевателей. Для сплошной и полосной расчистки площадей чаще используется кусторез с фронтальным расположением пассивного рабочего органа. Нож, неподвижно укрепленный на базовой машине, срезает древесную растительность при поступательном движении агрегата, обеспечивая ему свободный ход.

При срезке древесной растительности незначительной густоты с диаметром стволов до 10—12 см сгребание обычно производится в кучи, а при густом кустарнике и наличии большого количества деревьев — в валы за пределами трасс. Опыт показывает, что при невысоком древостое полнота срезки не обеспечивается. Бульдозеры в ряде случаев, не срезая, приминают кустарник, что в дальнейшем затрудняет работу дреноукладочных машин.

При незамерзшей почве 30—32 % кустарника и мелколесья вырывается с корнями, при глубине промерзания почвы до 5—6 см — 10—15 %, а при глубине до 10—15 см вырываются лишь отдельные деревья.

При температуре воздуха —5 °С и высоте снежного покрова 0,15—0,20 м и более качество срезки в целом удовлетворительное.

Сроки проведения работ с использованием кусторезов ограничиваются проходимостью базового трактора. При высоте снежного покрова, не затрудняющего работу машины, кусторез можно использовать в течение всего зимнего периода.

Производственным опытом доказана возможность расчистки дренажных трасс корчевателями зимой. Пределы эффективного использования корчевателей зависят от высоты снежного покрова и глубины промерзания.

Возможности механизации подготовительных работ перед прокладкой зимнего дренажа не ограничиваются применением бульдозеров, корчевателей и кусторезов. В технологическую схему производства работ вводится операция фрезерования древесно-кустарниковой растительности, что позволяет создавать на определенное

время тепловую защиту трассы слоем расфрезерованной древесины, не содержащей примеси земли.

Для срезки мелкого кустарника (диаметром ствола до 5 см) перспективно использование на подготовительных работах в зимнее время кусторезов с комбинированным рабочим аппаратом, состоящим из приемной камеры, с обеих сторон которой имеются две дисковые пилы диаметром 0,8 м. За ними с некоторым перекрытием установлена фреза диаметром 0,6 м с четырьмя плоскими ножами длиной 600 мм, контрнож и труба, через которую выбрасывается измельченная масса. Пригибающее устройство сжимает кусты, которые в таком положении попадают в приемную камеру, где разрезаются дисковыми пилами. Срезанная растительность попадает под ножи фрезерного барабана, который измельчает и выбрасывает массу через трубу.

Камнеуборочные работы носят более выраженный сезонный характер: сроки их проведения обусловлены глубиной промерзания почвы и высотой снежного покрова. Реальными сроками проведения камнеуборочных работ при расчистке дренажных трасс в большинстве районов Нечерноземной зоны следует считать начальный период зимы, когда глубина промерзания почвы не превышает 5—7 см, а мощность снегового покрова — 15—20 см.

В целом объем камнеуборочных работ при расчистке зимних дренажных трасс невелик. Как правило, проектной документацией предусматривается закладка зимнего дренажа на площадях с засоренностью камнями не более 10 м ^{3}/га, в связи с чем расчистка трасс сводится к извлечению и удалению отдельных камней. Практически на трассах остаются камни размером менее 10 см, поскольку они существенно не нарушают нормальной работы дреноукладочных машин.

Камнеуборочные работы сводятся к погрузке корчевателями пассивного действия на пэну (металлический лист, прикрепляемый к трактору) поверхностных камней, извлечению полускрытых и скрытых камней, залегающих по трассе отрываемого канала, их погрузке и удалению за пределы дренируемого участка. В ряде производственных мелиоративных организаций вывозка предварительно выкорчеванных и собранных в кучи камней производится в зимнее время.

Технологическими схемами предусматривается выполнение следующих операций по удалению полускрытых и скрытых камней:

корчевка средних и крупных камней, расположенных по оси трассы, на глубине до 1 м, смещение выкорчеванных камней за пределы трассы рыхлителями-камнеподъемниками;

извлечение на поверхность полускрытых и скрытых камней плоскорезами различных конструкций;

уборка камней средней величины машинами типа ПСК-1;

извлечение и вывозка мелких камней (0,1—0,3 м) машинами типа МКП-1,5.

Вынос в натуру трасс осушительной сети также относится к числу подготовительных мероприятий, выполнение которых в зимних условиях имеет некоторые отличия от аналогичных операций в летний период.

Вынос проекта закрытой осушительной сети производится как в безморозный период (до выпадения снега), так и зимой.

Высотные отметки осушительных систем определяют ходами технического нивелирования, которые привязывают к ближайшим реперам или выносным точкам, установленным проектной организацией при изыскательских работах на объекте.

Закрепленное на местности положение колодцев и других сооружений наносят на план сети. Копию ведомости разбивки системы и план в двух экземплярах передают мастеру (бригадиру) строительной бригады. По оси канала в натуре устанавливают вехи высотой 2—3 м через каждые 50—60 м. Далее ширину канала по верху разбивают установкой колышков высотой 0,5—0,6 м.

Погрузка, доставка и разгрузка дренажных материалов, их хранение в зимних условиях требуют большой осторожности. Следует избегать ударов предмета о предмет. Ударные нагрузки при низких температурах могут привести к образованию скрытых трещин в трубах и потере прочности. На приобъектном складе трубы хранят в штабелях высотой не более 1,5 м на деревянных подкладках, уложенных на расчищенной от снега площадке. Штабеля укрывают соломенными матами, толем или другими материалами.

В зимнее время пластмассовые трубы хранят в неотапливаемых помещениях. Укладывают их на деревянные настилы или подкладки штабелями или вертикально с установкой на ребро. Трубы в отрезках укладывают горизонтально и плотно одна к другой.

Защитные фильтрующие материалы (ЗФМ) неорганического происхождения перевозят на автомашинах или тракторных прицепах, предохраняя их от увлажнения и загрязнения. На приобъектном складе допускается хранение ЗФМ под навесом в штабелях, укрытых водонепроницаемыми материалами (толь, полиэтиленовая пленка и др.). Защитные фильтрующие материалы органического происхождения доставляют на объект заблаговременно, они должны быть защищены от увлажнения атмосферными осадками и последующего смерзания.

При погрузке контейнеров с трубами целесообразно применять бульдозер на тракторе тягового класса 30 кН, оборудованный гидравлическим подъемником с правой стороны.

Керамические трубы развозят вдоль дренажной линии на расчищенную трассу. Трубы диаметром до 75 мм раскладывают на трассе по 15—30 шт. через каждые 5—10 м. Трубы большего диаметра раскладывают на трассе по 8—10 шт. Во избежание заноса снегом и обледенения керамические и пластмассовые трубы и дренажную арматуру развозят перед началом работ из расчета на одну сменную выработку каждого экскаватора. При температуре воздуха —15 °С и ниже пластмассовые трубы из бухт перед укладкой в траншею необходимо расстилать вдоль трассы, чтобы снять остаточные деформации.

Контрольные вопросы

1. Как производится выбор объектов мелиорации для зимнего строительства?
2. Каковы основные критерии отбора закрытых дренажных систем для строительства зимой?
3. Перечислите состав работ подготовительного цикла и основные требования к их выполнению.
4. Как производится предзимнее рыхление трасс?
5. Расскажите о химическом способе защиты грунта.
6. Каковы технологические схемы разработки мерзлых грунтов по трассам в зимний период?
7. Какие особенности производства дренажных работ зимой?

ГЛАВА 8

КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА СТРОИТЕЛЬСТВА ДРЕНАЖНЫХ СИСТЕМ

§ 46. Основные требования к качеству дренажных систем

Качество дренажных работ определяется требованиями строительных норм и правил (СНиП III-45—76) «Сооружения транспортные, энергетические и мелиоративных систем. Правила производства и приемки работ» и «Инструкцией по строительству закрытого горизонтального дренажа при осушении земель сельскохозяйственного назначения» (ВСН-С-4—79, Минводхоз СССР). Выдерживание требуемых параметров дренажа при проектировании и строительстве обеспечивает надежность и работоспособность дренажных систем, оптимальный водный режим для выращивания сельскохозяйственных культур. Понятие «качество дренажа» включает точность выноса проекта в натуру, качество дренажных материалов, точность разработки дренажных траншей, укладки трубопровода и устройства сооружений, надежность защиты стыков труб или перфораций от заиления, правильность предварительной присыпки и окончательной засыпки траншей.

Вынос проекта в натуру выполняют в соответствии со СНиП III-2—75 «Геодезические работы в строительстве» и «Инструкцией по выносу в натуру проектов осушительных систем». При выносе дренажной сети в натуру отклонение осей дрен и коллекторов в плане не должно превышать $+1$ м; а расхождение параллельных дрен на конце допускается не более $^1/_{500}$ их длины. Расстояние между дренами в натуре может отличаться от указанного в проекте не более чем на ± 1 м.

При вертикальной разбивке дренажных линий предельно допустимая ошибка по высоте равна ± 30 мм. Контроль качества дренажных материалов включает проверку поступивших на строительство труб, арматуры и защитно-фильтрующих материалов, правильности их складирования и хранения.

Керамические дренажные трубы должны отвечать требованиям ГОСТ 8411—74. Для контроля размеров от каждой партии отбирают 0,5 % труб, но не менее 5 шт., для испытаний на морозостойкость и прочность — по 5 труб. Длина керамических труб составляет 333^{+10}_{-5} мм, толщина стенок труб соответствующих диаметров следующая:

Диаметр труб, мм	50 ±2	75 ±2	100 ±3	125 ±3	150 ±3	175 ±5	200 ±5	250 ±5
Толщина стенки, мм	11 ±2	13 ±2	15 ±3	18 ±3	20 ±3	22 ±5	24 ±5	25 ±5

Точность разработки дренажных траншей и щелей во многом зависит от правильности натяжения копирного троса. При натяжении копирного троса соблюдается основное условие: уклон троса между отдельными упорами не должен отличаться от проектного более чем на 0,0005. Провисание копирного троса между упорами не допускается.

Требования к качеству дренажных траншей (или щелей) характеризуют положение дрены в плане и по глубине. Дрена в плане должна быть прямолинейной. В практике по трассам дрен встречаются крупные валуны и другие препятствия. В этом случае прямолинейность дрены может быть нарушена, допускается радиус закругления 2 м. Для обхода валунов рекомендуется использовать отрезки гибких пластмассовых труб.

Смещение фактической оси дрены от разбивочной не должно превышать 0,2 м, коллектора — 0,3 м. Глубина дренажной линии должна соответствовать проектной. Минимальная глубина заложения дренажа в минеральных грунтах составляет 0,8 м, в торфяных (после осадок) — 1,0 м. Отклонения отметок дна дрен от проектных допускается не более ±20 мм, коллекторов ±30 мм. Минимальный допустимый уклон дрен и коллекторов составляет 0,003. Длина горизонтальных безуклонных участков на дренажной линии может составлять 10 м, участки с обратным уклоном не допускаются. Местные переуглубления дна траншеи при укладке труб диаметром 50 мм не должны превышать 15 мм, диаметром 150—200 мм — 30 мм на участках протяженностью не более 10 м при соблюдении общего уклона дрены.

При укладке керамических дренажных труб контролируют зазоры и смещения в их стыках, которые не должны превышать 2 мм во всех типах грунтов за исключением мелкозернистых и плывунных. В этих условиях максимальный зазор составляет 1,5 мм.

Боковое смещение трубы относительно предыдущей и последующей допускается не более $^1/_3$ толщины стенки. Так, толщина трубы диаметром 50 мм составляет 10 мм, наибольшее взаимное смещение этих труб равно 3 мм. Дренажный трубопровод считается правильно уложенным, если при поднятии одной трубы приподнимается 3—4 расположенных рядом.

Общее требование к укладке труб всех диаметров, приведенное в СНиП III-45—76, допускает отклонение к положению труб в плане до 0,1 их диаметра.

При обертке зазоров в стыках керамических труб полосы защитно-фильтрующего материала перекрывают стык с каждой стороны на 6—7 см. При сплошной обертке трубопровода перекрывание полос рулонного материала должно быть не менее 2,5 см.

Толщина слоя предварительной присыпки трубопровода составляет 20 см. Грунт предварительной засыпки уплотняется при условиях, установленных проектом. В грунте присыпки и окончательной засыпки не допускается включение камней диаметром более 20 см и пней.

Надежность работы дренажных систем зависит не только от правильности укладки дренажных трубопроводов, но и от качества сооружений: соединений дрен с коллектором, дренажных устьев и колодцев.

При сопряжении дрены с коллектором без дополнительной арматуры в соединительных трубах коллектора и дрены пробивают отверстия. Диаметр отверстий в коллекторной трубе составляет не менее $^4/_5$ диаметра впадающей дрены, а в дренажной трубе — не менее $^3/_4$ диаметра коллектора. Так, при диаметре дрены 50 мм в коллекторе пробивают соединительное отверстие диаметром 40 мм.

Сопряжение гончарных дрен рекомендуется под углом 90°, но не менее 60°.

Зазоры в соединении дрены с коллектором допускаются не более 1,5 мм. При нарушении величины зазора необходима заделка его цементным раствором и обертка стеклохолстом в 3—4 слоя.

Свободный конец дренажной трубы закрывают керамической или пластмассовой пробкой. Место соединения устраивают на основании, уплотненном битыми керамическими трубами и изолируют фильтрующим материалом.

В дренажных устьях проверяют расположение дна устьевой трубы (выше меженного горизонта воды на 25—30 см), расстояние между нижней частью труб впадающего коллектора и дном канала (не менее 40 см). При устройстве дренажных колодцев железобетонное днище устанавливают на гравийное основание слоем 8 см. Керамическая труба входит в соединительную асбестоцементную не менее чем на 10 см. Зазор между трубами проконопачивают просмоленной паклей или заделывают цементом. Входящие в колодец асбестоцементные трубы должны выступать за внутреннюю стенку колодца на 5 см. Перепад между входящими и выходящими дренажными линиями допускается не менее 10 см. Дно отстойника устанавливают ниже дна отводящих дрен не менее чем на 0,4 м. Верх открытого колодца выступает над поверхностью земли на 0,4—0,5 м. Смещение железобетонных колец в стыках более $^1/_3$ толщины стенки колодца не допускается.

Требования к качеству дренажа предъявляются для обеспечения его работоспособности и надежности. Часто выход дренажа из строя вызывается заилением дренажных труб. Главной причиной заиления является низкое качество строительства: большие зазоры в стыках керамических труб и в местах соединения дрен с коллектором; неполная защита трубопроводов фильтрующим материалом, значительные отклонения уклона дрен от проекта.

При отклонении уклона дренажной линии от проекта по ее длине образуются понижения, в которых отстаиваются взвешенные частицы (наилок). Кроме того, в местах понижений и обратных уклонов могут образоваться пробки из корней растительности. В этом случае корни прорастают в плодородной гумусированной почве дренажной засыпки, и дренаж выходит из строя.

В зимний период, если глубина промерзания грунта превышает глубину дренажа, в местах с обратным уклоном образуются ледяные пробки, что также приводит к повреждению дренажных линий. При укладке труб с зазорами более 2—3 мм и защите стыков с плохим

качеством в полость дрен вместе с водой из почвы попадают илистые частицы, что приводит к заилению дренажных трубопроводов. Эти же частицы попадают в дрену через неплотно закрытый конец последней трубы.

Особенно высокие требования предъявляются к качеству соединения дрен с коллектором. Через зазоры соединений, плохо защищенных фильтрующим материалом, илистые частицы попадают в коллектор, что приводит к выводу всей системы. При обратной засыпке дрен в траншеи не должны попадать камни. Падение камня на трубопровод из керамических труб может привести к разрушению или смещению труб, из пластмассовых — к деформации трубы и заилению.

Часто выход из строя дренажных систем происходит в результате заиления и загрязнения колодцев, что вызвано неправильным проектированием и некачественным строительством. Если при устройстве колодца дно его засыпают не гравием и щебнем, а вынутым грунтом и часть коллекторных трубок укладывают на такую засыпку, то после осадки грунта в месте присоединения трубы к колодцу коллектор деформируется. Поэтому для выпуска закрытых коллекторов в колодец рекомендуется использовать асбестоцементные трубы с прочной заделкой стыков цементом. Кроме того, цементом необходимо заделывать стыки железобетонных колец, из которых собирают колодец. В смотровых колодцах должны быть установлены крышки, чтобы не попадали ветки, камни, мелкие животные, снег.

Укладка дренажа на небольшую глубину (менее 0,8 м) приводит к выпахиванию, продавливанию дренажных труб и выходу из строя дрен, коллекторов или целых систем.

Требования, предъявляемые к качеству строительства дренажа в зимних условиях, аналогичны требованиям в летний период. Но в зимний период уделяется особое внимание качеству в связи со сложностью условий производства работ. На строящемся объекте должен постоянно находиться представитель технического надзора. В его задачи входит проверка всех параметров качества укладки дренажа и устройства сооружений.

При контроле качества строительства дренажа зимой особое внимание обращают на операцию засыпки: дрены засыпают не позднее двух часов после их укладки. Уложенный за день дренаж проверяют инструмен-

тально с учетом требований соответствия уклона и глубины заложения дренажа проектным отметкам. Нивелирование дрен выполняют через 3—5 м, коллекторов — через 2 м.

Качество укладки труб проверяют визуально: стыки труб (частично), защиту ЗФМ стыков керамических труб или перфораций пластмассовых. Обязателен контроль качества присыпки дрен, соединения дрен и коллекторов, мест присоединения труб к дренажной арматуре.

В зимнее время должно соблюдаться обязательное условие засыпки траншеи в день ее разработки, укладки и присыпки труб, что обеспечивает предохранение дна траншеи и грунта в отвале от промерзания. Весь разработанный грунт должен быть уложен в траншею с образованием над ней валика.

§ 47. Способы контроля качества. Приборы и приспособления

Контроль качества строительства дренажных систем подразделяется по времени выполнения на текущий и последующий; по объему работ — на сплошной и выборочный; по применяемым методам и приспособлениям — на визуальный, инструментальный, автоматизированный; по степени исправления неточностей и ошибок — на пассивный и активный.

Текущий контроль качества производят в период строительства при выполнении каждой операции или рабочего приема. Последующий контроль выполняют после завершения всех операций технологического процесса или всех работ. Сплошной контроль включает проверку всех параметров дренажа. Применяют такой контроль при внедрении новых технологий, машин и механизмов, устройстве основных сооружений на дренажных системах.

Выборочный контроль производится на всех системах в соответствии с требованиями СНиП и технических условий. Так, согласно требованиям к качеству строительства дренажа проверяют выборочно 5 % общего количества зазоров в стыках труб, соблюдение проектного уклона — на 10 % построенных дрен.

Визуальный способ контроля применяют для предварительной оценки качества и в тех случаях, когда отсут-

ствуют специальные приборы и приспособления или их применение нецелесообразно. Способом визуального осмотра проверяют качество защиты дренажных трубопроводов фильтрующим материалом, надежность устройства колодцев, устьев и других сооружений.

Инструментальный контроль выполняют с помощью специальных инструментов: мерной ленты, рулетки, штангенциркуля, щупа. Таким способом контролируют отклонения оси дрены, зазоры и смещения в стыках дренажных труб. Глубину траншеи можно проверять с помощью визира (рис. 60). Визирная линейка состоит из одной вертикальной и двух горизонтальных линеек. Вертикальная линейка выполняется раздвижной для изменения длины в зависимости от глубины измеряемой траншеи. Высота вертикальной линиейки должна равняться постоянной экскаватора. В середине вертикальной линейки закреплена первая горизонтальная короткая линейка (подставка) с уровнем. Вторая горизонтальная линейка длиной 1700 мм крепится неподвижно

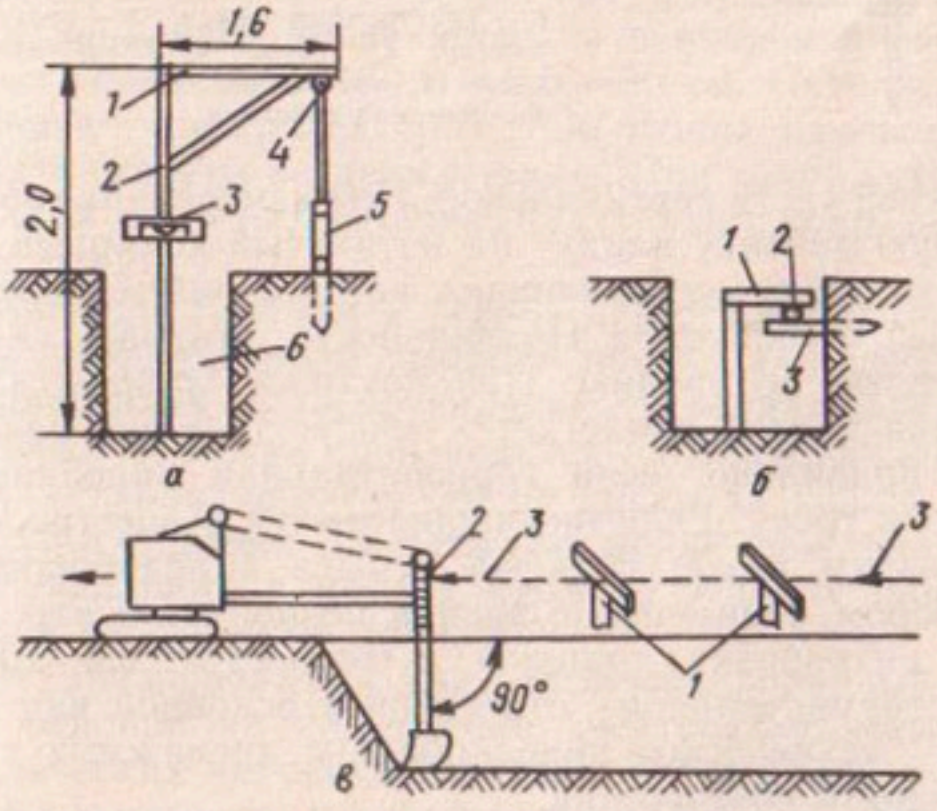


Рис. 60. Способы контроля глубины копания траншеи:

а — с помощью визира и натянутой проволоки при устройстве траншеи многоковшовым экскаватором: *1* — ригель; *2* — стойка; *3* — уровень; *4* — натянутый трос; *5* — упор; *6* — траншея; *б* — с помощью Г-образного визира и натянутого шнура: *1* — визир; *2* — шнур; *3* — колышек; *в* — с помощью Т-образных визирок при устройстве траншеи экскаватором с рабочим оборудованием «обратная лопата»: *1* — Т-образные визирки; *2* — метка на рукояти; *3* — линия визирования

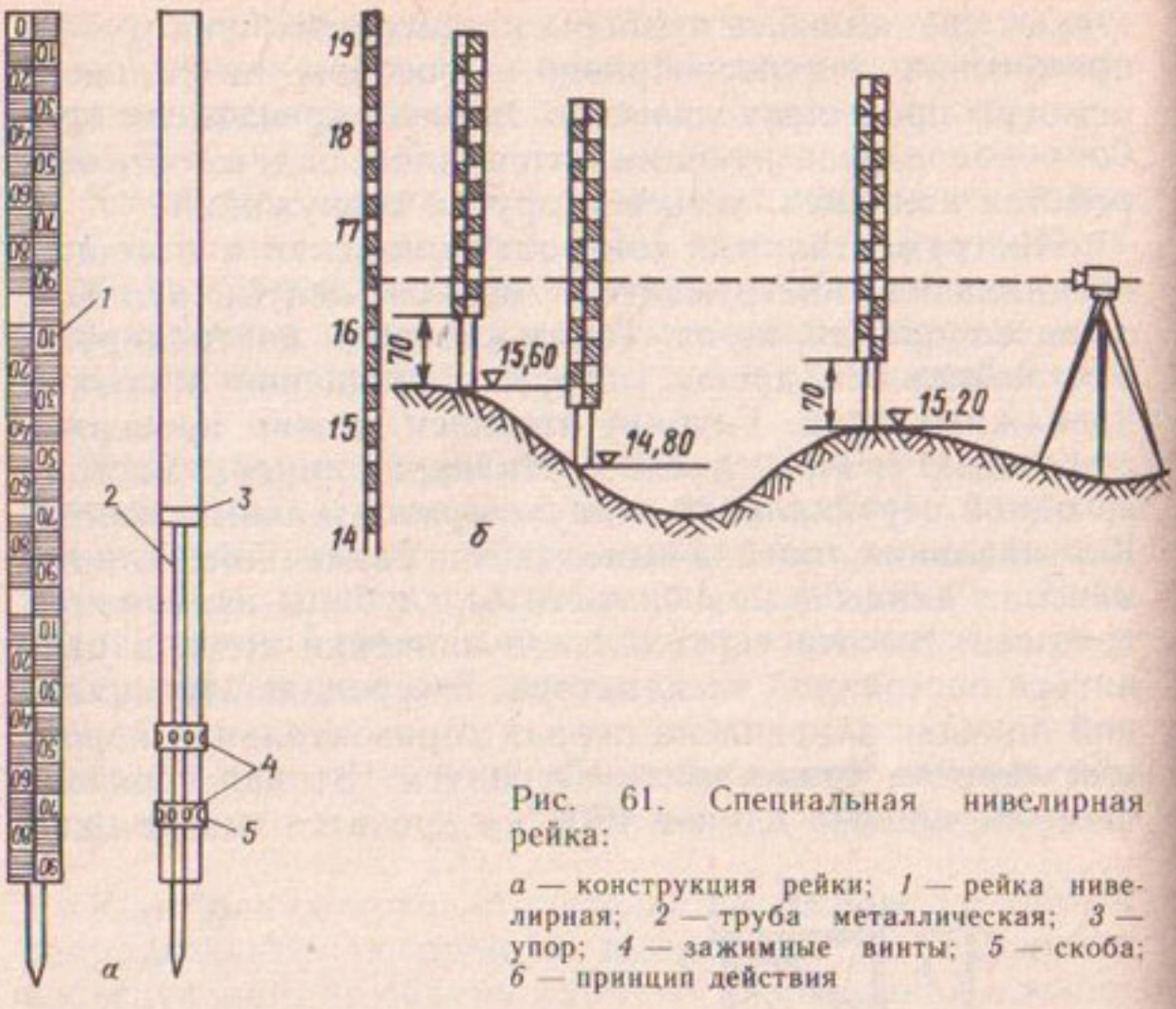


Рис. 61. Специальная нивелирная рейка:

а — конструкция рейки; *1* — рейка нивелирная; *2* — труба металлическая; *3* — упор; *4* — зажимные винты; *5* — скоба; *б* — принцип действия

в верхней части вертикальной. При измерениях горизонтальную линейку кладут на натянутый копирный трос, вертикальную устанавливают на дно траншеи или дренажный трубопровод. Правильность установки линейки проверяют по уровню. При контроле горизонтальная линейка плотно прилегает к тросу. Траншея разработана правильно, если горизонтальная линейка прилегает к тросу. Если она поднимается выше троса или опускается ниже, траншея отрыта с недобором или перебором. Применение визира позволяет контролировать разработку траншеи с точностью до 10 мм. К инструментальному относится и основной вид контроля — техническое нивелирование дренажных трубопроводов и сооружений.

Для удобства контроля, быстроты определения отметок дна траншеи при нивелировании конструкция рейки может быть усовершенствована. Для этого к обычной нивелирной рейке крепится выдвижная пятка с дополнительной сантиметровой шкалой (рис. 61). Пятка выдвигается на длину до 1 м и закрепляется в любом положении. В отличие от обычной рейки, деления воз-

растают не снизу вверх, а сверху вниз. На каждом метровом отрезке наносят цифры 1, 2 и между ними дециметровые и сантиметровые деления. Как и на любой нивелирной рейке цифры наносят в перевернутом виде.

При помощи рейки такой конструкции можно сразу определить значение отметок нивелируемых точек. Для этого перед началом нивелирования дренажной линии рейку устанавливают на репер или точку с известной отметкой. Передвижением пятки длину рейки устанавливают так, чтобы отсчет с данной стоянки нивелира соответствовал отметке данной точки. Такую рейку удобно применять не только при контроле качества, но и при выносе проекта в натуру. Для контроля глубины и проектного уклона нивелирная рейка ставится на дно траншеи или на верхнюю кромку трубопровода через 2—5 м. При контроле уклона дрен нивелир можно установить с заданным уклоном. Для этого в начальной точке дрены и на ее конце ставят рейки с метками, соответствующими проектному уклону. Так, если уклон составляет 0,005, а длина дрены 100 м, превышение отметок в начальной точке дрены и в конечной составит 50 см: $\Delta H = 0{,}005 \times 100$ м $= 0{,}5 = 50$ см. Нивелир устанавливают за коллектором так, чтобы одновременно снимать отсчеты по двум меткам. При такой установке нивелира отсчеты по рейке будут одинаковы по всей длине дрены.

Контроль глубины и уклона при строительстве дренажа бестраншейным способом производится по рейке, установленной на дреноукладчике в специальной опоре. Проверка качества производится нивелированием. Нивелир устанавливают в створе дрены за коллектором. Оператор снимает отсчеты по рейке при движении дреноукладчика в момент прохода рейки у пикетных точек и между ними (рис. 62).

Механизированный или автоматизированный контроль основан на применении электроконтактных или механических уклоноуказателей. Эти приборы контролируют отклонение нижней точки рабочего органа дреноукладчика от глубины, заданной копирным тросом. В число таких приборов входят гироскоп, маятник, ПУЛ (прибор управления лучом), специальные приборы на теодолитной основе.

Контроль операции укладки труб также можно выполнять механическим и электрическим датчиком. При

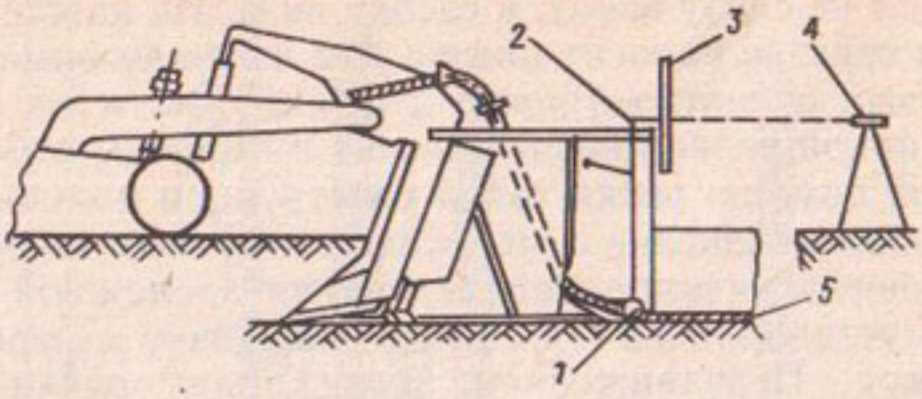


Рис. 62. Схема контроля уклона и глубины дрен при укладке бестраншейного дренажа:

1 — прижимной ролик; *2* — стойка; *3* — геодезическая рейка; *4* — нивелир; *5* — пластмассовая труба

текущем контроле сигнал датчика поступает машинисту экскаватора, если зазоры труб превышают величину допуска. Этот способ контроля называют активным.

В настоящее время промышленность выпускает прибор УКЛ-1 (лазерный указатель уклона), предназначенный для автоматизации управления глубиной копания по заданному уклону. Указатель может использоваться на экскаваторах ЭТЦ-202А и дреноукладчиках МД-4. Прибор состоит из светоизлучателя и фотоприемника с блоком выработки команд и фоторейки. Дальность действия 500 м. Источником питания служит аккумуляторная батарея экскаватора-дреноукладчика.

При опытных работах по строительству дренажа результаты контроля можно записывать на самописцы (контрольно-регистрирующие устройства). Эти приборы регистрируют *отклонения* фактического профиля дрены от проектного. Записывающее устройство приводится в движение от ролика, который катится по верху уложенных труб. Механическая связь со щупом уклоноуказателя позволяет одновременно записывать на самописец (на бумагу или фотопленку) проектный — по копирному тросу и фактический — по уложенному трубопроводу профиль дрены.

Последующий контроль дренажного трубопровода можно выполнять стальным шаром. Если дрена заложена правильно, то шар, выпущенный из верхнего конца дрены (истока), должен выкатиться из нижнего (устья). Контрольный шар рекомендуется применять при укладке коллекторов и дрен большого диаметра. Качество укладки труб и их смещение можно про-

верять с помощью приспособления «Дренажная мышь». По принципу действия этот способ не отличается от контроля шаром, но приспособление позволяет регистрировать деформированные участки дрен специальными датчиками для последующего исправления ошибок и неточностей.

§ 48. Операционный контроль качества систем

Контроль качества дренажных систем в период строительства называется операционным. Он выполняется при производстве подготовительных, основных и заключительных технологических операций (табл. 18).

При выносе опорных точек сети, осей коллекторов и дрен в натуру контролируют соответствие разбивки

18. Операционный контроль качества строительства дренажа

Контролируемый элемент	Допустимые отклонения, размеры и особые требования	Способ контроля
Разработка грунта по трассам коллекторов и дрен		
Прямолинейность отрывки	Отклонения более 1 м не допускаются	Мерной лентой или рулеткой, визуально
Отклонения от оси траншеи	Не должно превышать $^1/_{500}$ длины	То же
Расстояние между дренами	±1 м (от проектного)	»
Установка копирного троса		
Расстояние между упорами	Не более 10 м	Мерной лентой или рулеткой
Уклон копирного троса между отдельными упорами	Не более 0,005 (от проектного)	Высотное положение точек троса над упором определяется нивелиром или рейкой
Диаметр троса	Не более 3 мм	Штангенциркулем
Разработка дренажных траншей		
Плавное закругление при обходе препятствий	Наименьший радиус закругления 2 м	Визуально, шагомером
Отклонение отметок дна траншеи от проектных	Длина безуклонных участков не должна превышать 5 м	Контрольное нивелирование через 2—3 м при уклонах до 0,005 и через 5 м при уклоне более 0,005

Окончание табл. 18

Контролируемый элемент	Допустимые отклонения, размеры и особые требования	Способ контроля
Укладка дренажных труб		
Качество труб	ГОСТ 8411—74	Проверка паспорта на каждую партию
Зазоры в стыках	Зазоры в стыках не более 1,5—2 мм для дрен, 3 мм — коллекторов, смещение труб не более $^1/_3$ толщины труб	Штенгенциркулем, линейкой, угольником
Присоединение дрены к коллектору		
Пластмассовыми тройниками	Материалы тройника по долговечности не должны уступать керамическим трубам. Зазоры не должны превышать 1,5 мм	Щупом, штангенциркулем
Керамическими трубами коллектора и дрены внахлест	Соединительные отверстия должны быть не менее $^3/_4$ диаметра дренажной трубы	То же
Присыпка дренажных трубопроводов		
Высота слоя присыпки	Грунт присыпки должен быть без комков с коэффициентом фильтрации не менее 0,5 м/сут Высота слоя присыпки — не менее 20 см	Щупом, визуально

пикетажа проекту и точность привязки к опорной геодезической сети. Передача отметок от временных или постоянных реперов производится двойным или замкнутым нивелирным ходом. Допускаемая невязка рассчитывается по длине нивелирного хода. Отклонения от проекта горизонтальных осей дрен и коллекторов, перенесенных в натуру, не должны превышать ± 1 м.

Такой контроль производит прораб или мастер перед началом дренажных работ по документации, полученной от заказчика, и по проекту. Результаты проверки оформляют актом приемки разбивочных осей осушительной сети с приложением ведомостей привязок к реперам.

Подготовку трасс дренажной сети проверяют визуально. Бригадир или мастер выходят на местность и осматривают трассы. Проверяют качество расчистки трасс от мелколесья, кустарника, пней, камней, а также ликвидацию ям, канав и других препятствий.

При контроле учитывают, что экскаватор ЭТЦ-202А обеспечивает разработку траншеи при движении по неровностям с наклоном до 5° к поверхности трассы. На подъемах и спусках экскаватор может работать с уклоном до 10 %. Для обеспечения заданного проектом уклона коллекторов и дрен высота (глубина) местных неровностей должна быть не более 15 см, продольный уклон — не более 5°, поперечный — не более 3°. Данные проверки записывают в журнал работ, который ведет прораб или мастер (техник).

При контроле подготовки трасс для работы дреноукладчика МД-4 высота (глубина) местных неровностей не должна превышать 20 см, поперечный уклон трасс допускается не более 3°.

Контроль качества натяжения копирного троса включает проверку расстояния между упорами, высот первого и последнего упора, уклона троса между отдельными упорами, диаметра троса.

Большое значение для работоспособности дренажа имеет качество применяемых материалов. Контролируют наличие паспортов (сертификатов), соответствие изделий ГОСТ или техническим условиям, соблюдение условий перевозки, хранения, погрузки, разгрузки и правильность раскладки труб вдоль трасс дрен. Параметры труб и фасонных изделий замеряют выборочно.

При разработке траншей и укладке труб проверяют соответствие проекту планового расположения траншей, отметки дна траншеи, уклоны, качество укладки труб в траншею. Результаты проверки прораб (мастер) заносит в журнал работ и использует при составлении акта на скрытые работы.

Контрольную нивелировку дна траншеи или верха труб, уложенных с уклоном до 0,005, выполняют через 2—3 м; с уклоном более 0,005 — через 5 м. Выдерживание проектного уклона проверяют на 10 % общего количества построенных дрен, качество стыковки дренажных труб — на 5 % общего количества зазоров, качество строительства сооружений — на 50 % от всех построенных.

При контроле сопряжения дренажных линий визуально проверяют уплотнение грунта и качество засыпки фильтрующим материалом, инструментами — размеры зазоров. Качество защиты дрен от заиления проверяют по правильности обкладки труб фильтрующим материа-

лом. В зависимости от грунта стыки керамических труб или пластмассовые трубы защищают вкруговую по всему периметру или сверху, но не менее чем на $^3/_4$ периметра трубы.

В процессе обратной засыпки дренажных траншей проверяют толщину и качество первичной присыпки трубопровода.

Контроль качества сооружений на осушительных системах включает проверку соответствия проекту мест их расположения, устройство оснований, заделку швов, обратную засыпку.

Основные работы по контролю качества строительства и заполнению технической документации выполняют прораб и мастер. Результаты проверки заносят в журнал работ и составляют акты на скрытые работы.

Дефекты, обнаруженные при укладке закрытого дренажа, устраняются строительной организацией. В случае значительных нарушений качества, обнаруженных при выборочном контроле, выполняют полную проверку дренажных систем с ликвидацией неисправностей. Все недоделки систем, построенных зимой, устраняют после наступления теплого периода без дополнительной оплаты за эти работы.

Для повышения надежности и работоспособности дренажа необходимо не только выдерживать все требования к качеству, но и выполнять все дополнительные условия. Так, точность выдерживания уклона дна траншеи зависит от величины проектного уклона и состояния поверхности трассы. На выровненных участках трассы и при увеличении проектного уклона от 0,003 до 0,009 длина участков дрены с местными переуглублениями уменьшается в 10—15 раз. При планировании трасс глубина или высота местных неровностей допускается 15—20 см на длине 1 м, поперечный уклон — не более 3°.

Погрешность уклона при разработке траншей зависит от качества натяжения копирного троса. Прогибы копирного троса наблюдаются при расстоянии между упорами более 10 м. На переувлажненных грунтах с низкой несущей способностью точность выдерживания уклона траншеи снижается из-за пробуксовки дреноукладчиков. В этом случае участок осушают предварительно сетью открытых каналов. В таких грунтах, а также в торфяниках с глубиной залежи 1,5—2,0 м, дренаж

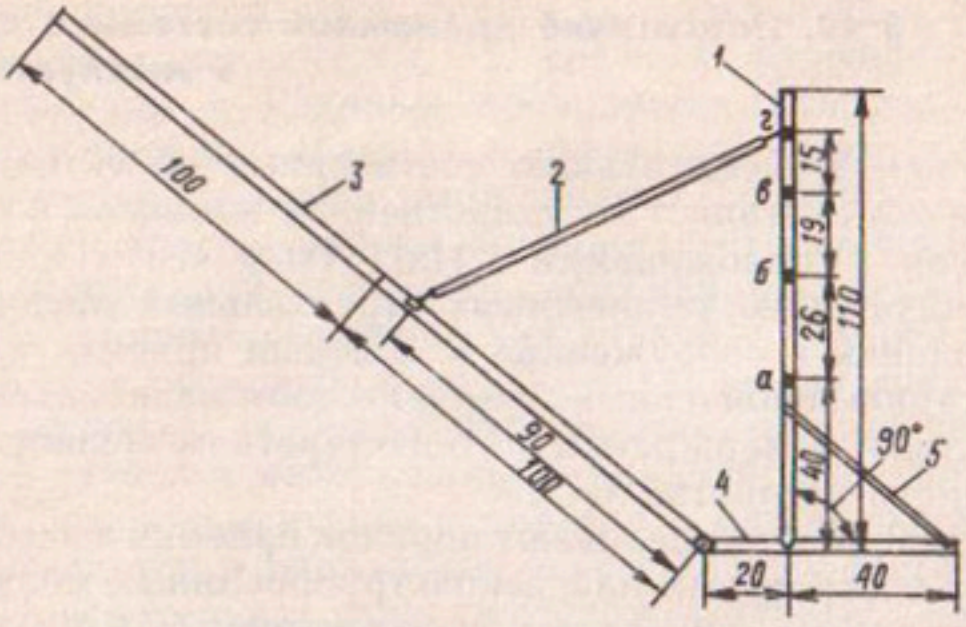


Рис. 63. Шаблон для измерения заложения откосов:

1 — вертикальная рейка; *2* — раскос; *3* — откосная планка; *4* — горизонтальная рейка; *5* — металлическая планка; *а*, *б*, *в*, *г* — точки закрепления раскоса

укладывают на деревянные стеллажи вручную. Исток дрены тщательно закрывают заглушкой.

Для обеспечения качества строительства должны строго соблюдаться условия применения дреноукладочных машин. В грунтах с погребенной древесиной диаметром более 10 см, наличием камней диаметром более 35 см (в общем объеме 2 м ^{3} на 100 м дрен) и при глубине заложения более 2 м дренажные траншеи разрабатывают одноковшовыми экскаваторами с обратной лопатой. Выдерживание уклона проверяют по натянутому копирному тросу визиром.

Контроль заложения откосов открытых осушительных каналов выполняют специальным шаблоном (рис. 63). Для проверки глубины каналов используют приспособление, состоящее из двух реек: вертикальной и горизонтальной. Для точной установки горизонтальной рейки на ней закрепляют уровень (рис. 64).

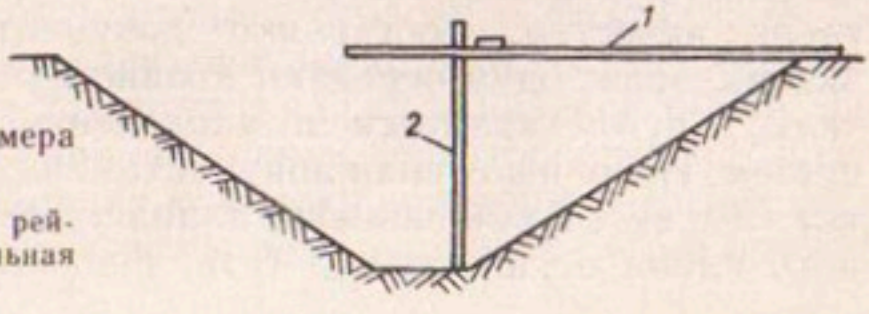


Рис. 64. Схема замера глубины канала:

1 — горизонтальная рейка; *2* — вертикальная рейка

§ 49. Подготовка дренажной системы к сдаче в эксплуатацию

Прием в эксплуатацию построенных объектов осушения осуществляет государственная комиссия в соответствии с положениями СНиП III-3—76 «Приемка в эксплуатацию законченных строительных предприятий, зданий и сооружений» и «Правил приемки в эксплуатацию законченных строительством мелиоративных объектов», утвержденных Министерством мелиорации и водного хозяйства СССР.

Правила устанавливают порядок приемки в эксплуатацию построенных или реконструированных мелиоративных систем, либо их отдельных элементов и пусковых комплексов.

Крупные мелиоративные объекты строятся в течение нескольких лет, поэтому отдельные системы или пусковые комплексы принимают в эксплуатацию ежегодно при условии их самостоятельной работы на строящемся объекте. Однако нельзя сдавать в эксплуатацию объекты с недоделками, а также системы, которые не соответствуют санитарно-гигиеническим нормам. Приемка объекта мелиорации в эксплуатацию происходит в два этапа: на первом этапе — рабочими комиссиями, на втором — государственными приемочными комиссиями. Рабочая комиссия назначается приказом руководителя организации-заказчика. В ее состав входят представитель заказчика (председатель комиссии), генерального подрядчика, субподрядчика, проектного института, представители областных водохозяйственных организаций. Задачи рабочей комиссии: определение готовности объекта или его части к сдаче в эксплуатацию; приемка отдельных сооружений. Для сдачи систем в эксплуатацию готовится исполнительно-техническая документация. Она предназначена для организации эксплуатации систем, планирования и производства текущих и капитальных ремонтов. В исполнительно-технической документации приводят результаты контроля качества. Составляют документацию в двух экземплярах: один передают хозяйству-землепользователю, другой хранится в управлении осушительных систем. Исполнительная документация состоит из краткой пояснительной записки, плана участка и генерального плана осушительной сети, продольных профилей

водоприемников, проводящей (коллекторов) и регулирующей (дрен) сетей, поперечных профилей водоприемников и крупных проводящих каналов, актов инвентаризации объемов и стоимости работ, сводных ведомостей объемов выполненных земляных работ, актов на скрытые работы и освидетельствования оснований сооружений, ведомости сооружений на сети и ведомости опорных геодезических знаков и реперов.

Кроме того, исполнительно-техническая документация включает журналы нивелировки, данные по контролю качества материалов, журналы производства работ. Эта документация готовится в одном экземпляре и передается в управление осушительных систем.

Пояснительная записка содержит данные о хозяйстве, площадях и способах осушения, о проекте, сметной и фактической стоимости работ, их сроках и исполнителях. На генеральный план наносят границы землепользования, элементы осушительной сети с обозначением пикетажа и междренных расстояний. Исполнительные продольные и поперечные профили отражают результаты нивелировок.

Акты на скрытые работы составляют в трех вариантах: перед засыпкой дрен и сооружений, после визуальной проверки и после контрольного нивелирования. Они включают характеристику коллекторов, дрен и сооружений на дренажных системах, оценку качества строительства (приложение 2).

В состав скрытых работ входят: разработка траншей, укладка труб, защита от заиления, выполнение соединений и устьев, устройство сооружений.

Рабочая комиссия проверяет исполнительно-техническую документацию и объект осушения, составляет акт о готовности объекта к сдаче. Этот акт служит основанием для работы государственной приемочной комиссии. Заказчик и подрядная организация предъявляют государственной комиссии следующую документацию: акты рабочей комиссии, утвержденную проектно-сметную документацию, документы на согласование изменений по документации, справку о фактических затратах и сметную документацию, акты государственного санитарного и пожарного надзора, разрешение на присоединение к линиям связи, электропередач, путей.

Государственная комиссия проверяет достоверность документации, соответствие дренажных систем проекту,

устанавливает готовность объекта к эксплуатации, дает оценку качества по видам работ и объекту в целом. Качество мелиоративных объектов оценивают по трехбалльной системе: отлично — работы выполнены в соответствии с проектом, СНиП, техническими условиями (ТУ), отклонения не превышают минимальных допустимых значений; хорошо — работы выполнены в соответствии с проектом СНиП и ТУ, отклонения не превышают средних допустимых значений; удовлетворительно — работы выполнены в соответствии с проектом, СНиП и ТУ, отклонения не превышают максимальных допустимых значений.

В случаях превышения максимальных допустимых значений элемент или система не принимается, работы доделывает или переделывает подрядчик — водохозяйственная строительная организация.

§ 50. Техника безопасности при работе на мелиоративных, строительных и дорожных машинах

К управлению мелиоративными, строительными и дорожными машинами допускаются лица, прошедшие специальное обучение и имеющие удостоверения на право управления экскаватором, бульдозером, трактором и другими сложными навесными и прицепными машинами, знающие правила техники безопасности при работе на этих машинах.

Машинисты многоковшовых и одноковшовых экскаваторов, работающие с подвешенными на канате стрелой, крюком, грузозахватом, грейфером, должны быть обучены и аттестованы квалификационной комиссией с обязательным участием представителя местного отделения Госгортехнадзора.

Перед началом работы машинисту любой землеройной машины необходимо иметь точные указания об условиях работы (наличие надземных коммуникаций и место их нахождения, расположение подземных линий электропередач, наличие препятствий и т. п.).

Работать в местах, где проходит линия электропередач и трубы газопроводов, можно только по наряду-допуску на выполнение особо опасных работ, производить которые необходимо под наблюдением работников газо- и электрохозяйств.

Перед прокладкой осушительных каналов и траншей закрытого дренажа необходимо убедиться в достаточной несущей способности грунта трасс каналов и дрен. Удельное давление машины на грунт должно быть меньше или равно его несущей способности.

Машинист обязан быть внимательным, осторожным и аккуратным. Перед включением экскаватора и движением с места водитель должен дать предупредительный сигнал и убедиться в отсутствии людей и посторонних предметов в зоне работы машины. Во время движения запрещается выходить из машины и садиться в нее. Лицам, не связанным с выполнением работ, нельзя находиться на машине.

Перед началом работы производят тщательный осмотр трактора, машины и устраняют все выявленные неисправности.

Категорически запрещается: выезжать на работу с неисправным экскаватором, трактором или машиной; садиться на ходу на машину или становиться на раму; останавливаться на спусках; во время работы касаться руками блоков, тросов; пользоваться тросом, имеющим оборванные проволоки или пряди; работать на неисправных шинах или при недостаточном давлении воздуха в них.

При обнаружении каких-либо неисправностей машину останавливают и немедленно принимают меры к их устранению. Если невозможно произвести это силами бригады, машинист обязан немедленно поставить об этом в известность участкового механика или главного инженера.

Машинисты и трактористы должны следить за тем, чтобы никто не входил в пространство между трактором и прицепной машиной. Если это произошло, то необходимо немедленно остановить работу агрегата.

До переездов через мосты и другие искусственные сооружения обязательно проверяют их состояние. При этом учитываются и сравниваются масса экскаватора, машины или трактора и грузоподъемность сооружения.

Ремонтные работы производят при полной остановке машины с опущенным до упора рабочим органом.

Машинист, экскаваторщик и тракторист должны иметь полный комплект исправного инструмента. Применять ключи, не соответствующие размеру гайки, подкладывать между ключами и гайкой посторонние пред-

меты, надевать на ключ трубу категорически воспрещается.

При пользовании антифризами необходимо быть осторожным, так как они являются сильными ядами.

Во избежание отравлений людей продуктами сгорания запрещается запускать двигатель и давать ему работать в закрытых помещениях (гаражах, сараях и т. п.). Машинист не должен оставлять машину без присмотра. Уходя от машины, он должен выключить работающий двигатель.

При разрыве шлангов в системе гидравлического управления немедленно выключают насос или переключают рукоятку управления распределителя в положение «закрыто» и останавливают трактор или двигатель экскаватора.

При движении машины по уклону следят, чтобы рабочий орган не задевал за поверхность грунта.

Запрещается во время работы и транспортировки становиться на балки стрелы экскаватора или отвал машины, так как это может привести к несчастному случаю.

Запрещается подогревать двигатель факелами. Для этой цели заливают в радиатор горячую воду, а в картер — подогретое масло. При воспламенении топлива (бензина, керосина) пламя гасят огнетушителями, засыпают землей, песком, прикрывают войлоком или брезентом, но ни в коем случае не заливают водой.

В ночное время места работы должны быть освещены, а самоходные машины — иметь исправные системы освещения. Обслуживающий персонал во время работы должен иметь соответствующую спецодежду и защитные очки от пыли.

По окончании работы машинист обязан доставить машину на отведенное место стоянки, должен опустить рабочий орган и перевести все рычаги в нейтральное положение. В случае необходимости поднятые рабочие органы устанавливают на предусмотренные в конструкции запоры или надежно укрепляют.

Во время осмотров, наладочных и ремонтных работ, когда рабочий находится под поднятым рабочим органом, запрещается кому-либо быть вблизи рычагов управления и трогать их. При этом рабочие органы должны быть поставлены на запоры или специальные подкладки.

При осмотрах и дотяжке креплений и соединений узлов или трубопроводов гидросистемы привод насосов должен быть отключен, а гидросистема освобождена от давления.

Категорически запрещается производить ремонт, смазку и регулировку машины на ходу. При выполнении этих работ необходимо остановить и опустить рабочий орган на землю.

В целях обеспечения безопасности при работе с грузозахватными устройствами к ним предъявляются особые требования. Так, к тросам, из которых изготавливаются стропы, должны быть приложены заводом-изготовителем паспорт или акт-сертификат. В процессе эксплуатации стропы необходимо осматривать не реже 1 раза в 10 дней. Испытание их под нагрузкой, вдвое превышающей номинальную грузоподъемность, производят в течение 10 мин одновременно с осмотром.

Прочность захвата проверяют нагрузкой, на 25 % превосходящей его номинальную грузоподъемность. В процессе эксплуатации захваты осматривают не реже, чем один раз в месяц.

Контрольные вопросы

1. Какие требования предъявляют к керамическим дренажным трубам?
2. С какой точностью выдерживается продольный уклон дна дренажных траншей?
3. Какие зазоры и смещения допускаются при стыковке керамических труб?
4. Какие показатели качества характеризуют дренажные колодцы?
5. Что происходит при нарушениях требований к качеству дренажных систем и сооружений?
6. Какие способы контроля качества применяют в мелиоративном строительстве?
7. Какие приборы и приспособления используют при контроле качества?
8. Как проверяют продольный уклон дрен при работе бестраншейного дреноукладчика?
9. Кто и когда контролирует качество строительства дренажа?
10. Какие документы готовятся при сдаче объекта в эксплуатацию и предъявляются государственной комиссии?
11. Какие меры предосторожности необходимо соблюдать на землеройных машинах?
12. Какие средства индивидуальной защиты предусмотрены для дренажных рабочих?

ГЛАВА 9

ЭКСПЛУАТАЦИЯ МЕЛИОРАТИВНЫХ СИСТЕМ

§ 51. Причины нарушения работоспособности осушительных систем и сооружений

Мелиоративные каналы, водоприемники, дренажная сеть, различные сооружения постоянно подвергаются влиянию как природно-климатических, так и искусственных факторов, которые вызывают их деформацию.

К природным можно отнести физико-химические и биологические процессы, протекающие в почвогрунтах осушаемых территорий и материалах сооружений; климатические и гидрологические (колебания температуры и влажности, действие ветра, льда, паводковых вод, ливней и т. п.); жизнедеятельность различных животных и насекомых. К искусственным факторам относят недостатки изысканий, проектирования, строительства, эксплуатации и хозяйственного использования осушаемых почв.

Осушительные каналы при деформации изменяют форму и размеры по продольному и поперечному профилям. На протяжении года каналы работают в разных условиях и подвергаются различным естественным деформациям. Весной в конце снеготаяния уровни воды в канале опускаются быстрее, чем грунтовые воды. За счет разницы уровней происходит фильтрация грунтовых вод в канал и создается давление на откос. Грунт в зоне фильтрации приобретает неустойчивое положение и оплывает. Верхние массы грунта проседают, растрескиваются и тоже сползают в канал, отлагаясь на дне в виде перемычек. В летний период откосы и дно зарастают травяной и кустарниковой растительностью. В пересыхающих каналах летом поселяются землеройные животные, образуются муравейники, в результате жизнедеятельности животных происходит деформация откосов и дна. На осушительно-увлажнительных системах в летний период проводят мероприятия по увлажнению почвы и открытые каналы работают в условиях увлажнения-подсыхания. Опасность оползания откосов возникает при сбросе воды после увлажнения.

В осенний период в каналах имеется сток избыточных вод и с наступлением низких температур образуется лед, который, скрепившись с откосами и креплениями каналов при понижении уровней, разрушает их.

Значительно деформируются каналы из-за заиления и размыва. Заиление каналов происходит за счет наносов, приносимых поверхностными водами с прилегающей местности, смытых с откосов каналов, принесенных потоком воды из других мест по руслу этих же каналов.

При осушении торфяная масса сильно сокращается в объеме. В результате грунт откосов растрескивается, принимает ячеистую структуру и ссыпается в канал. Следствием осушения является общая осадка торфяной залежи, от чего уменьшается глубина сети. Из откосов начинает выступать погребенная древесина, увеличивая шероховатость русел, деформируется продольный и поперечный профили водотока, на контакте с сооружениями образуются щели, изменяется рельеф поверхности мелиорируемой территории и т. п.

Осушительные каналы и водоприемники также подвержены деформации в результате воздействия ряда искусственных причин, возникающих из-за недостатков проектирования, строительства и эксплуатации систем.

От качества строительства открытой сети во многом зависит ее состояние. При отрывке каналов или регулировании русла водоприемника нарушаются проектные размеры поперечного и продольного профилей. Строительные недоборы и переборы по глубине водотоков приводят к искажению продольных профилей, застою воды на отдельных участках.

Часто грунт, вынутый при отрывке каналов, укладывают близко к бровке и он легко смывается в русло. Грунт кавальеров оказывает дополнительное давление на откосы, в результате чего они могут деформироваться.

При строительстве не всегда укрепляют каналы в местах пересечения ими текущих (слабых) грунтов, а также в местах высокого впадения воронок или каналов низшего порядка, что приводит к разрушению каналов.

Деформация дренажа происходит под воздействием естественных и искусственных причин. Наиболее распространенный естественный вид деформации — заиление дренажа илистыми и железистыми отложениями.

Заиление зависит от вида грунта, скорости течения воды, качества строительных и эксплуатационных работ. Заилению способствует застой поверхностных вод в пониженных местах под дреной. Отложение наносов в трубках происходит неравномерно. Более интенсивно они откладываются во время строительства. Затем положение стабилизируется. Радикальные меры борьбы с заилением — обкладка стыков фильтрующим материалом и обеспечение самоочистки дрен. Самоочистка происходит при скорости движения воды в трубках 0,30—0,35 м/с и более, что обеспечивается при уклонах дренажной линии 0,008—0,01.

Заиление дрен железистыми соединениями (заохривание) происходит в результате осаждения их из грунтовых вод в результате химических реакций и жизнедеятельности железобактерий. Борьбу с отложениями железистых наносов нужно вести на стадиях проектирования дренажной системы, ее строительства и эксплуатации. Во время эксплуатации осушенных почв, где существует опасность заохривания дрен, необходимо периодически проводить поверхностное известкование с глубоким рыхлением или кротованием почвы.

Недостатками строительства, от которых зависит надежность работы дренажа, являются некачественное соединение дрен-осушителей с закрытым коллектором и коллекторов со смотровыми колодцами и устьями. Под первый стык трубок дрены-осушителя не подкладывают прочную опору (гравий, битые трубки, камень), в результате чего под давлением грунта сверху трубка проседает и стыки соединений, как правило, раскрываются (рис. 19).

В месте присоединения коллектора к колодцу часть керамических труб попадает на рыхлую засыпку. Со временем грунт проседает и стыки труб открываются. Для предотвращения такой деформации на всем промежутке от колодца до прочного (неразрыхленного) грунта траншеи коллектора нужно укладывать асбестоцементную трубу.

При мелкой закладке дренажа трубы разрушаются от промерзания, от прохода тяжелой техники. Дренажные системы значительно деформируются в результате осадки торфяной залежи при осушении.

Одним из видов деформации дренажа является закупорка корнями фруктовых и лесных деревьев, ку-

старников, сорной растительности и корнеплодов. Обычно более интенсивно дренаж начинает зарастать через 10—20 лет после строительства.

Чтобы предупредить закупорку дрен корнями растений, стыки между трубками обсыпают гравием, щебнем, смазывают смолой или карболовой кислотой, обертывают просмоленным толем.

Дренажные системы часто выходят из строя в результате деформации устьев коллекторов, которые в процессе службы проседают, сдвигаются под воздействием замерзания воды и грунта и отсоединяются от труб коллектора. В образовавшуюся в соединении щель устремляется вода в обход устья, подмывает и разрушает его. Когда устье не закрыто предохранительной сеткой или клапаном, то оно забивается мусором, наносами, животными (лягушками, крысами, ежами и т. п.). Сильно выступающие устья разрушаются льдом, стоком, машинами при уходе за каналами. Для предохранения дренажных устьев от деформации необходимо их осматривать и вовремя ремонтировать.

При плохой организации эксплуатации дренажных систем возникает ряд характерных и серьезных деформаций. Так, при неисправности водоприемника (канала) создается подпор воды, и дренажные устья оказываются затопленными. В зоне подпора происходит осаждение наносов. Зона заиления одновременно является зоной замерзания в зимний период. Зона подтопления может распространяться на большие расстояния вверх по уклону дренажной линии. Например, при уклоне коллектора 0,002, диаметре 125 мм и затоплении на 10 см выше устья подпор распространится на 112 м.

Деформации смотровых и поглотительных колодцев дренажных систем выражаются в разрушении стенок, появлении разрушений в местах входа и выхода дренажных линий, заилении, захламлении, просадке и т. д. Крышки закрытых (потайных) колодцев могут разрушаться под тяжестью машин. Надземные части колодцев повреждаются сельскохозяйственной техникой. Заиление колодцев может привести к заилению выходящих из них дренажных коллекторов.

Гидротехнические сооружения под воздействием естественных и искусственных причин со временем деформируются и разрушаются. Для наблюдений за деформацией отдельных элементов сооружения нужно

оснащать соответствующими знаками и отметками. В качестве таких знаков и отметок служат горизонтальные и вертикальные линии, реперные марки, реперы, закрепленные створы. По этим меткам визуально или с применением приборов (нивелир, теодолит и др.) можно проверить состояние частей сооружения — просадки, сдвиги в плане, отклонения от вертикального положения, нарушения в основании и др.

Деформация устьев и подпорных стенок проявляется в отклонении их от вертикального положения. При небольших деформациях укрепляют основание под устьем или стенкой: забивают сваи или цементируют, а при значительных — проводят капитальный ремонт.

§ 52. Организация ремонтных работ

Для организации ремонтных работ следует предварительно ознакомиться с проектной документацией, с мелиоративной системой или ее отдельным участком, где предстоит выполнять ремонт, установить естественное состояние и условия работы системы на данный период времени. Необходимо определить размеры каналов, степень их заиленности и зарастания, наличие и глубину воды в водоприемнике и каналах. Кроме того, надо установить возможность регулирования объема воды в каналах для обеспечения производительной работы каналоочистителей с рабочими органами непрерывного действия (роторных) или максимального сброса воды для машин с рабочими органами цикличного действия. На основании этих данных уточняют организацию и технологию ремонта, подбирают типы каналоочистителей и рабочих органов, назначают число рабочих проходов, устанавливают схемы движения машин.

Ремонтные работы могут быть следующих видов: текущие и капитальные. Они являются плановыми и их проводят в соответствующем порядке.

Текущий ремонт проводят, чтобы устранить небольшие повреждения гидротехнических сооружений, оборудования. Это обеспечивает нормальную работу системы в целом. К этим мероприятиям относятся следующие виды работ: ежегодная очистка каналов от заиления и растительности, исправление небольших дефектов в каналах, поврежденных покрытий и каналовлотков; устранение незначительных повреждений отдельных частей гидротехнических сооружений.

Разновидностью текущего ремонта является профилактический ремонт, то есть систематический, повседневный уход эксплуатационным персоналом за гидротехническими сооружениями всех видов и оборудованием на гидромелиоративной системе. К профилактическому ремонту относятся: удаление на отдельных участках каналов растительности и плавающих предметов; очистка сооружений от мусора и льда; подготовка к зиме всех сооружений и оборудования.

Капитальный ремонт проводят в тех случаях, когда с помощью текущего ремонта немозможно обеспечить нормальную работу гидротехнических сооружений и другого оборудования на системе.

К капитальному ремонту относятся следующие виды работ: замена отдельных частей сооружений новыми; устранение крупных оползней в каналах и в отдельных случаях изменение трассы оросительного канала, чтобы уменьшить объем профильтровавшейся воды из него и создать наиболее благоприятные условия их эксплуатации; замена сооружений новыми из более долговечных материалов; замена противофильтрационных покрытий более современными, а также устройство новых участков канала с покрытиями.

Капитальный ремонт может быть *комплексный и выборочный*. Решение о принятии той или иной формы ремонта зависит от сочетания ряда факторов на системе. Комплексный ремонт проводится с охватом всех сооружений, подлежащих ремонту. Выборочно ремонтируются отдельные сооружения или их конструкции, особенно при значительном износе. Этот вид ремонта наиболее приемлем, так как не связан с большими помехами в работе систем.

Чтобы установить вид ремонтных работ, объемы и сроки их проведения, на системах в колхозах и совхозах создают специальные комиссии. В задачу этих комиссий входит осмотр сооружений и другого оборудования на системах и разработка конкретных рекомендаций, направленных на дальнейшее совершенствование технического их состояния.

Текущие и капитальные ремонтные работы на системах проводят по ежегодно разрабатываемому производственному плану, который утверждается руководителем соответствующей водохозяйственной организации.

В производственных планах на ремонтные работы указывают объем работ и необходимое число механизмов, транспортных и вспомогательных средств, потребность в рабочей силе, а также сроки работ по каждому виду с учетом действующих норм на затраты труда и времени.

Ремонтные работы проводят с соблюдением действующих в настоящее время в отрасли правил техники безопасности, охраны труда и действующих технических условий на производство строительных работ.

До начала ремонтных работ на системах должны быть решены вопросы по обеспечению материалами, деталями и другим необходимым оборудованием. Если эти работы связаны с остановкой деятельности системы, то они должны проводиться круглосуточно.

Капитальный ремонт на оросительных системах должен начинаться после окончания вегетационного периода и заканчиваться, в случае значительных объемов, весной.

Капитальный ремонт на осушительных системах проводят в сроки, устанавливаемые в проекте капитального ремонта, а текущий — в послепаводковый период.

§ 53. Ремонт осушительных систем и уход за ними

Ремонт каналов и уход за ними — это наиболее трудоемкие и дорогостоящие операции.

Основными работами по ремонту и уходу за каналами являются: очистка дна от наносов и растительности, окашивание откосов и приканальных зон.

Для ремонтно-эксплуатационных работ на осушительных системах используют как машины общестроительного назначения, так и специализированные машины и оборудование.

Механизированную очистку производят одноковшовыми экскаваторами Э-304В, Э-304Г, Э652Б, ЭО-3322Б, ЭО-4221 с различными конструкциями ковшей, каналоочистительными машинами МР-7А, МР-14, МР-15, МР-16, мелиоративными экскаваторами. Механизированной очистке мешают посевы. Работы можно проводить только ранней весной и после уборки урожая. Очистку механизированным способом следует проводить при глубине воды в каналах до 25 см.

Кроме очистки каналов необходимо проводить ежегодное окашивание откосов и приканальных зон (шириной 1 м с обеих сторон) в сжатые сроки. Эту работу проводят механизированно и вручную. Для механизированного окашивания наибольшее распространение получили косилки с ротационными режущими аппаратами РР-26, РР-41, К-24, К-48Б к тракторам МТЗ-82 или ДТ-75.

Деформации подвержены не только каналы, но и дренаж. Если каналы вовремя не очищают, то наносы забивают устье дренажных систем, подпирают дренаж. В полостях труб оседают наносы по разным причинам. Дрены иногда зарастают корнями деревьев и трав.

Исправление дефектов проводят в два этапа: нахождение и устранение дефектов.

Места закупорки дрен обычно находят по увеличенной влажности почвы места дефекта. При закупоривании коллекторов часто вода фонтанирует на поверхность земли. Для устранения дефектов трубы откапывают и заменяют или прокладывают заново коллекторы и дрены по намеченным местам и трассам. Заиленный дренаж промывают машинами Д-910А или ПДТ-125.

Для нормального функционирования мелиоративных систем необходимо содержать в исправном состоянии все сооружения на каналах и водоприемниках (мосты, трубчатые переезды, быстротоки, перепады, лотки) и сооружения на дренажной сети (устья, смотровые колодцы, колодцы-поглотители, фильтры). За ними устанавливается постоянный надзор и появившиеся дефекты устраняют.

Ремонтируют сооружения одновременно с каналами или отдельно.

Устья коллекторов обычно ремонтируют при очистке каналов. Дефекты устья бывают тогда, когда неточно соединяют дренажные трубы с устьем, не укладывают лоток под устьем и когда над устьем стекает поверхностная вода и подмывает его. При ремонте устья откапывают и поправляют трубы, смятые заменяют. С обеих сторон забивают колышки и связывают их, чтобы блоки устьев не сдвинулись с места. Пластмассовые устья бетонируют для придания большей устойчивости. Траншею засыпают и место откопа по откосу укрепляют дерном. Поверхностные воды отводят к лоткам (воронкам).

Часто встречаются дефекты колодцев-поглотителей и смотровых колодцев. Вместе с поверхностной водой в них попадают крупные наносы, плавающий мусор, которые забивают трубы. Иногда трубы, отводящие воды из поглотителя, разрушаются. Колодцы могут повреждаться при обработке почвы. При устранении дефектов удаляют наносы и мусор. Откапывают закупоренные или разрушенные трубы, заменяют новыми или очищают их, укладывают заново. Соединение труб с колодцем бетонируют. Грунт при засыпке уплотняют. Место раскопки укрепляют дерном. Колодцы, поврежденные тракторами или сельскохозяйственными машинами, по возможности ремонтируют или строят заново.

Контрольные вопросы

1. Назовите причины нарушения работоспособности осушительных каналов.
2. Что является причиной выхода из строя закрытого дренажа?
3. Какие виды ремонтов производятся на мелиоративных системах?
4. Какие машины используют при ремонтных работах на мелиоративной сети?

§ 54. Технологические схемы производства ремонтных работ на осушительных системах

При ремонте и очистке осушительных каналов к наиболее трудоемким операциям относятся выемка грунта из каналов, транспортирование и укладка его в отвал. Если учесть, что стоимость этих работ составляет 60—70 % стоимости всего ремонта каналов, то очевидна необходимость выбора оптимальных технологических схем работ экскаваторов, правильного подбора машин и их рабочих органов. Это позволяет организовать высокопроизводительное использование механизмов и добиться высокого качества работ с наименьшими затратами.

В настоящее время применяются четыре технологические схемы уширения и углубления русла каналов одноковшовыми экскаваторами.

Технологическая схема № 1 — поперечная разработка. По этой схеме грунт разрабатывается двумя способами:

1. В случае, когда хорошо сохранились откосы, ширина канала по верху удовлетворяет требованиям, а выемка грунта необходима лишь в нижней части поперечного сечения русла, грунт разрабатывают по симметричной схеме, чтобы геометрическая ось поперечного сечения русла после ремонта не смещалась и совпадала с геометрической осью существующего русла.

2. В случае, когда русло канала сильно деформировано и для его восстановления необходимо не только углубление, но и уширение по верху (при реконструкции или капитальном ремонте старых осушительных каналов), выемка грунта производится по асимметричной схеме. Одновременно с выемкой грунта в нижней части поперечного сечения канала экскаватор режет грунт на одном из откосов и геометрическая ось нового поперечного сечения канала смещается относительно старого. При работе по этой схеме экскаватор устанавливается на берме с левой стороны канала и передвигается параллельно его оси снизу вверх.

При заилении нижележащих отремонтированных участков канала строительными наносами допускается повторная подчистка при движении экскаватора по правой стороне канала, свободной от кавальера, сверху вниз. Технологическая схема применяется при ремонте каналов и водотоков, ширина которых по верху не превышает радиуса копания экскаваторов.

Технологическая схема № 2 — двусторонняя поперечная разработка. По этой схеме проектное сечение канала восстанавливается экскаватором за два рабочих прохода. При первом проходе экскаватор устанавливается на левой стороне канала и при движении снизу вверх против течения разрабатывает сечение канала на проектную глубину и ширину не менее $^2/_3$ общей ширины канала. Это составит 60 % проектной выемки. Оставшиеся 40 % разрабатываются за второй проход сверху вниз.

При такой схеме создаются лучшие условия для второго прохода экскаватора; отсутствует подпор воды, нижележащие участки канала не заиляются строительными наносами, исключается холостой прогон экскаватора (сверху вниз).

При больших углублениях каналов и высоком уровне грунтовых вод на прилегающей территории второй

проход и доработку поперечного сечения выполняют с интервалом в 1—2 мес. За такой срок снижается гидродинамическое давление в откосах, приводящее к их разрушению и оползанию.

При технологических схемах № 1 и № 2 стрела экскаватора может быть поднята на 30—60°, а платформа может поворачиваться на 80—180°. Ширина канала по дну будет не менее 1,5 длины ковша.

Технологическая схема № 3 — комплексная с применением экскаватора и земснаряда.

При разработке грунта из-под воды значительно снижается производительность одноковшовых экскаваторов, так как при подъеме наполненного ковша вода выносит грунт, который откладывается на дне нижележащих участков русла. Поэтому при работе по технологической схеме № 3 поперечное сечение русла разрабатывается комплексом машин: уширение русла — экскаватором с одной или двух сторон по поперечной схеме, а углубление из-под воды — земснарядом, движущимся сверху вниз по течению.

Для создания постоянного подпора и необходимого слоя воды при работе земснаряда экскаваторы недобирают грунт по глубине русла не менее 0,5 м. Первый проход экскаватор выполняет снизу вверх по течению, второй — сверху вниз. При одновременной работе двух экскаваторов на одном канале разработка проводится снизу вверх против течения с интервалом между ними не менее 100 м. Эта схема применяется при уширении и углублении русел рек и крупных каналов шириной по дну не более 4—5 м с наличием воды глубиной не менее 1 м.

Технологическая схема № 4 — продольная внутрирусловая разработка. Эта технологическая схема является новой и применяется с использованием экскаваторов с рабочим оборудованием «драглайн» или «обратная лопата».

Суть работ при этой схеме состоит в том, что экскаватор перемещается непосредственно по дну русла с устьевой части канала вверх против течения воды и разрабатывает сечение полностью за один проход. В этом случае обеспечивается беспрепятственный проход воды по новому руслу. Однако работа по этой схеме может производиться только при следующих условиях:

канал проложен в минеральных грунтах или в

мелкозалежных торфяниках, донные наносы образованы из минеральных частиц, слежавшихся, уплотненных и выдерживающих динамическую нагрузку экскаватора;

ширина канала по дну не менее ширины хода экскаватора;

вода в канале отсутствует или уровень ее не препятствует перемещению экскаватора по дну канала.

При работе по технологической схеме № 4 с укладкой грунта в отвал в одну или обе стороны канала время цикла разработки и транспортировки грунта значительно меньше, чем в предыдущих технологических схемах.

После ремонтных работ необходимо разровнять вынутый грунт, спланировать бермы, укрепить русла и т. п.

В зависимости от вида ремонта, состояния и параметров русла выбирается рациональная технологическая схема работы, обеспечивающая при данных условиях максимальную производительность и хорошее качество очистки.

Работа одноковшовых экскаваторов при текущем ремонте каналов и уходе за ними может производиться по 1, 2 и 4-й технологическим схемам для уширения и углубления русел. 3-я технологическая схема не применяется, так как текущий ремонт каналов и уход за ними связаны с выполнением незначительных удельных объемов выемки грунта.

При работе по технологической схеме № 4 минимальная ширина канала по дну равна ширине хода экскаватора, тогда как при работе экскаваторов по схемам № 1 и 2 минимальная ширина канала по дну принимается из условия минимального наполнения ковша и равна соответственно 1,5 длины ковша драглайна и 1,5 высоты ковша обратной лопаты.

Рабочий процесс (очистка каналов каналоочистителями) производится при непрерывном движении базовой машины по берме канала, при этом ковш перемещается по дну канала, снимая слой наносов. Такая схема работы каналоочистителей называется боковой или консольной. Стрела и рабочее оборудование каналоочистителей непрерывного действия МР-7А, МР-12А, МР-16 фиксируются в неподвижном состоянии.

Технологический процесс работы шнека с метателем или роторно-фрезерным рабочим органом этих машин заключается в том, что при поступательном движении машины винтовая фреза, вращаясь, подрезает грунт на дне канала и подает его на лопатки ротора-метателя, которые выбрасывают разрабатываемый грунт за бровку канала равномерным слоем.

Технологический процесс работы роторного рабочего органа состоит в том, что ножи врезаются в грунт на дне канала, превращая его в пульпу, и транспортируют за счет окружной скорости ротора в виде струи на берму канала. Дальность выброса грунта регулируется поворотом улитки кожуха ротора, а заглубление рабочих органов непрерывного действия — с помощью гидроцилиндров.

Каналоочистители МР-7А, МР-12А и каналоочиститель с дополнительной опорой, оборудованные уширенными или экскаваторными ковшами, совершают циклические рабочие операции по выемке грунта из канала и могут передвигаться по берме непрерывно (если наносы нетвердые, разжиженные) или с периодическими остановками для копания грунта, т. е. работают полностью по экскаваторному режиму. Грунт вынимается циклически по технологической схеме № 1.

Каналоочиститель с рабочим оборудованием косилки может выполнять два технологических процесса: циклический и непрерывный.

При циклическом технологическом процессе машина окашивает за один цикл дно и откос канала. При этом стрела, рукоять и рабочий орган движутся, как и при копании грунта, от дна канала до бровки. Ось рабочего органа во всех позициях остается параллельной оси канала. После завершения цикла окашивания машина передвигается и начинает новый цикл.

При непрерывном технологическом процессе каналоочиститель передвигается по берме канала и одновременно окашивает откос. Ось рабочего органа в этом случае перпендикулярна к оси канала.

Любой технологический процесс требует периодической остановки агрегата для выгрузки скошенной массы на берму канала.

Рабочие органы непрерывного действия из-за кон-

сольного расположения реагируют на все неровности бермы, т. е. копируют поверхность, по которой перемещаются гусеницы базовой машины. Поэтому для достижения равномерной и качественной очистки каналов необходимо предусматривать планировку берм бульдозером. Кроме того, до начала очистки следует разровнять кавальеры и удалить из русла камни диаметром более 20 см, пни, кустарник и различные посторонние предметы.

Каналоочистители с рабочими органами непрерывного действия в процессе работы передвигаются по берме канала параллельно его оси с таким расчетом, чтобы рабочий орган прямолинейно шел по дну. С этой целью линию движения рабочего органа предварительно обозначают вешками. При подготовке каналоочистителя к рабочему процессу выносная стрела с рабочим органом устанавливается перпендикулярно оси канала.

Рабочий орган сначала включается вхолостую, в приподнятом над дном канала положении, а затем постепенно опускается на дно в слой наносов. При работе машин с рабочими органами непрерывного действия необходимо постоянно регулировать направление и дальность выброса пульпы в зависимости от глубины канала и заложения откосов, чтобы не допускать попадания грунта на откос канала.

Русла каналов следует очищать за несколько рабочих проходов. Завершающий рабочий проход при слое воды 10 см и более должен быть направлен по течению воды. При этом достигается хорошее качество очистки.

Очистку каналов машинами с роторными, фрезерными и шнековыми рабочими органами производят при одно- или двукратном проходе и более. При очистке осушительных каналов за несколько проходов забои целесообразно располагать совмещенно, если ширина канала по дну менее 0,6 м или параллельно (при ширине канала 0,6—1,0 м). Во всех случаях необходимо иметь в виду, что выемка должна вписываться в геометрические очертания русла, а углубление плавно сопрягаться с существующими откосами, т. е. не допускать подрезания откосов рабочими органами машин.

Очистку осушительной сети следует организовы-

вать так, чтобы сводить к минимуму холостые прогоны машин, не допускать переездов через русла каналов, а при многократных рабочих проходах и наличии воды в канале слоем более 10 см направлять по течению воды завершающий рабочий проход.

После проходов каналоочистителей с рабочими органами непрерывного действия в ряде случаев на дне канала остаются кочки, дернина, комья грунта, остатки растительности. Поэтому очистку и доработку каналов следует производить одноковшовым экскаватором.

При ремонте и очистке каналов мелиоративными многоковшовыми экскаваторами (МЭ-152В) применяются две технологические схемы: седловая и боковая (консольная).

При седловой технологической схеме гусеницы экскаватора устанавливаются и перемещаются по обеим бермам канала, а рабочий орган находится между гусеницами. При этой схеме нагрузка на гусеницы распределяется равномерно, что обеспечивает лучшую проходимость машины в торфяных и переувлажненных грунтах с малой несущей способностью. Кроме того, при такой схеме работы требуется минимальная свободная полоса вдоль канала (3 м). Седловая технологическая схема применяется при ремонте и очистке каналов шириной по верху до 5 м, не имеющих гидротехнических и дорожных сооружений, которые препятствовали бы проходу машины.

При б о к о в о й (консольной) технологической схеме гусеницы экскаватора устанавливаются и перемещаются по одной стороне канала. Работа по этой схеме производится на каналах с шириной по верху свыше 5 м, имеющих значительное число гидротехнических и дорожных сооружений. Вспомогательная гусеница при этой схеме играет роль противовеса к консольно расположенному рабочему органу, поэтому нагрузка на грунт снижает проходимость экскаватора в переувлажненных грунтах. Для прохождения многоковшового экскаватора при боковой технологической схеме с обеих сторон канала требуются свободные полосы шириной до 6 м.

При очистке дренажа от заиления в последние годы получили распространение следующие способы: химический, гидравлический, гидромеханический.

Химическая очистка дрен применяется для борьбы с отложениями нерастворимых в воде соединений, обычно объединяемых под названием охры. При этом в дрену вводятся реагенты, преобразующие соединения железа и других элементов в растворимую форму. Они выводятся вместе с дренажными водами.

Гидравлическая очистка дрен производится в основном двумя способами.

Первый способ заключается в том, что в устье дрены из канала или от передвижной насосной станции подается под небольшим напором (0,05—0,1 МПа) вода, которая размывает наносы и выносит их к устью. Этот способ малоэффективен и применяется сравнительно редко, так как требует большого расхода воды и длительного времени для проведения промывки. Кроме того, его нельзя применять при полной закупорке дрены, так как вода, подаваемая в дрену с незначительным напором, не в состоянии размыть образовавшиеся в ней отложения.

Второй способ заключается в промывке заиленных дрен специальными дренопромывочными машинами. В этом случае вода, подаваемая по введенному в дрену шлангу под большим напором (1,8—2,0 МПа), размывает в ней отложения и транспортирует их к месту откачки (шурф, колодец) или в открытый коллектор.

Технологический процесс гидравлической очистки дренажных трубопроводов с помощью машин Д-910А и ПТД-125 заключается в следующем.

Машину Д-910А устанавливают у устья так, чтобы напорный шланг можно было размотать вдоль очищаемой дрены. Заборный шланг помещают в цистерну с водой или, если есть возможность, в водоприемник с чистой водой. Запускают двигатель, для размотки шланга освобождают тормоз барабана, насадок шланга вставляют в дрену и включают в работу насос. Под действием сил реакции струй воды, вылетающих назад, насадок со шлангом продвигается в дрене. Центральная струя размывает наносы, которые вместе с водой в виде пульпы выносятся из дрены. В зависимости от степени заиления дрены подачу воды изменяют.

При остановке шланга с помощью прибора устанав-

ливают место закупорки. В этом месте отрывают шурф, устраняют закупорку и продолжают промывку. Если длина шланга не обеспечивает промывку всей дрены, то производится перестановка машины к новому шурфу, который отрывается на 0,5 м ниже глубины заложения дрены.

Представляет интерес работа машины Д-910А с осветлением воды по замкнутому циклу. Принципиальная схема работы машины отличается наличием специального водозаборника, грязевого насоса и осветлителя. При работе машины вода с наилком из дрены поступает в отстойник, забирается из него водозаборником, соединенным с грязевым насосом, и затем поступает в осветлитель. В осветлителе вода очищается от примесей грунта и поступает в цистерну.

Из цистерны вода поступает в насосную станцию, создающую напор воды, и затем через промывочный шланг к насадке. Струи воды, вытекая под давлением из насадки, размывают наилок. В процессе работы осветлитель периодически очищается от наилка.

Технологический процесс очистки коллекторов и дрен машиной ПТД-125 аналогичен, но производительность ее выше. Пульпу можно откачивать одновременно с промывкой трубопроводов, частично или полностью заполненных грунтом или корнями растительности.

Контрольные вопросы

1. Назовите причины нарушения работоспособности осушительных каналов.
2. Что является причиной выхода из строя закрытого дренажа?
3. Какие виды ремонтов производятся на мелиоративных системах?
4. Какие машины используются при ремонтных работах на мелиоративной сети?
5. Какие существуют технологические схемы ремонта осушительных каналов одноковшовыми экскаваторами?
6. Расскажите технологию ремонта каналов каналоочистителями.
7. Как осуществляется технология ремонта каналов экскаваторами ЭМ-152В?
8. Расскажите технологию промывки дренажных трубопроводов с применением машины Д-910А.

1. Журнал технического нивелирования

Нивелир		Рейка двухсторонняя, трехметровая					
Номер станции	Точка отсчета	Отсчеты по рейке, мм			Превышения, мм		Отметки точек, м
		задний	передний	промежуточный	вычисленные	средние	
1	Репер 1	1632			−918	−919	13,911
		1368					
	ПК 0		2550		−920		12,992
			2288				
2	ПК 0	2498			+1077		12,992
		2406				+1076	
	ПК 1		1421		+1076		14,068
			1330				
3	ПК 1	643		−1588			14,068
		452					
					−1587	−1587	
	ПК 2		2231	−1586			12,481
			2038				
4	ПК 2	3662			+3236		12,481
		3468					
	+10			3853	−385		12,096
	ПК 3		426		+3238	+3237	15,718
			230				

2. Акт на скрытые работы по строительству закрытого дренажа на объекте

Мы, нижеподписавшиеся, _____

составили настоящий акт на выполнение работ по закладке дренажа:

1. Коллектор _____ длиной _____ диаметр дренажных труб _____ отметка устья коллектора _____ уклон коллектора _____ длина дрен, впадающих в коллектор _____ диаметр дренажных труб _____

2. Коллектор _____ длиной _____ диаметр дренажных труб _____ отметка устья коллектора _____ уклон коллектора _____длина дрен, впадающих в коллектор _____ диаметр дренажных труб _____

Защита стыков произведена (указать ЗФМ).

Применяемые материалы _____ керамические или пластмассовые трубы соответствуют ГОСТ или ТУ.

Разрешаем производить обратную засыпку траншей грунтом.

Качество работ _____

Подписи

Представители заказчика

Представители подрядчика

СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Артемьева З. Н., Борщов Т. С., Лукашенко П. К., Телегин Ю. А. Мелиорация и урожай. Технология и механизация круглогодового строительства осушительных систем.— Л.: Лениздат, 1980.—216 с.
2. Борщов Т. С., Мансуров Р. А., Организация и технология мелиоративных работ.— М.: Высшая школа, 1984.—168 с.
3. Борщов Т. С., Колесниченко В. В. Организация и технология производства земляных работ.— М.: Высшая школа, 1978.— 240 с.
4. Геодезические работы в строительстве. Справочник строителя/Под ред. В. Н. Гамышина.— М.: Стройиздат, 1984.—445 с.
5. Иванов Е. С. Организация и производство гидротехнических работ.— 2-е изд., перераб. и доп.— М.: Агропромиздат, 1985.—400 с.
6. Карловский В. Ф. Строительство закрытой осушительной сети.— М.: Колос, 1984.—111 с.
7. Колосовский Л. М., Юрчук В. М., Фаберман Б. Г., Збунь А. Г. Лабораторный практикум по технологии производства земляных работ: Учеб. пособие для сел. проф.-тех. училищ.— М.: Высшая школа, 1980.—112 с.
8. Маслов А. В., Гладишина Е. Ф., Костык В. А. Геодезия.— М.: Недра, 1986.— 415 с., ил.
9. Маслов Б. С., Станкевич В. С., Черенок В. Я. Осушительно-увлажнительные системы.— М.: Колос, 1981.— 280 с.
10. Мелиорация и водное хозяйство. Т 2. Строительство: Справочник/Под ред. Л.Г. Балаева.— М.: Колос, 1984.— 344 с.
11. Механизация мелиоративных работ в Нечерноземной зоне/В. К. Пестряков, В. М. Дубовик, Е. И. Иванов и др.— Л: Колос, 1982.—160 с.
12. Механизация мелиоративного строительства / Т.С.Борщов и др.— Л.: Лениздат, 1985.— 134 с.
13. Нетреба Н. Н. Технология дренажных работ.— Л.: Колос, 1982.— 192 с.
14. Севриков А. А., Гладышев С. В., Технология мелиоративных работ в Нечерноземье.— Л.: Колос, 1984.— 246 с.
15. Система машин для комплексной механизации сельскохозяйственного производства на 1981—1990 гг. Ч. III. Мелиорация /ЦНИИТЭИ.— М.: 1981.—444 с.
16. Справочник механизатора-мелиоратора/В. А. Скотников. А. А. Мещерский, В. Н. Кондратьев и др.; Под ред. В. А. Скотникова.— Минск: Ураджай, 1982.—535 с.
17. Суриков В. В. Мелиоративные работы зимой.— М.: Колос, 1980,— 270 с.
18. Технологические карты на строительство закрытого дренажа/СевНИИГиМ.— Л., 1979.—89 с.

СОДЕРЖАНИЕ

Введение. 3

Глава 1. ОСНОВНЫЕ СВЕДЕНИЯ ПО ГЕОДЕЗИИ 6

§ 1. Геодезические работы в мелиоративном строительстве. . . 6
§ 2. Геодезические инструменты. 7
§ 3. Масштабы. Съемки местности. 16
§ 4. Техническое нивелирование. 21
§ 5. Вынос проекта мелиорации в натуру. 24
§ 6. Геодезические работы при контроле качества строительства. 29

Глава 2. ОСУШИТЕЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ 32

§ 7. Конструктивные элементы закрытой осушительной системы 32
§ 8. Сооружения осушительных систем. 37
§ 9. Классификация грунтов по физико-механическим свойствам. 46

Глава 3. МАТЕРИАЛЫ И КОНСТРУКЦИИ ДЛЯ СТРОИТЕЛЬСТВА ДРЕНАЖА 48

§ 10. Дренажные трубы и арматура. 48
§ 11. Защитно-фильтрующие материалы. 55
§ 12. Песчано-гравийные фильтры. 57
§ 13. Организация доставки труб и дренажной арматуры. . . . 60

Глава 4. ОСНОВЫ ОРГАНИЗАЦИИ СТРОИТЕЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВА 63

§ 14. Структура мелиоративных организаций. 63
§ 15. Финансирование и оплата труда. 65
§ 16. Хозрасчет и коллективный подряд в мелиоративном строительстве. 70
§ 17. Организация производства мелиоративно-строительных работ. 75
§ 18. Технологические карты на дренажные работы. 80
§ 19. Организация технического обслуживания и ремонта техники. 82

Глава 5. ТЕХНОЛОГИЯ И МЕХАНИЗАЦИЯ СТРОИТЕЛЬСТВА КАНАЛОВ И СООРУЖЕНИЙ 89

§ 20. Регулирование водоприемников. 89
§ 21. Организация работ при строительстве каналов. 94
§ 22. Производство работ одноковшовыми экскаваторами. . . 97

§ 23. Технология строительства каналов. 102
§ 24. Механизация строительных работ 112
§ 25. Технология производства вспомогательных работ. 120
§ 26. Технология и организация работ по устройству сооружений на осушительных системах. 127
§ 27. Производительность машин на строительстве каналов. . 131

Глава 6. ТЕХНОЛОГИЯ И МЕХАНИЗАЦИЯ СТРОИТЕЛЬСТВА ДРЕНАЖА 134
§ 28. Способы строительства дренажа. 135
§ 29. Вынос и закрепление в натуре элементов дренажной сети. 137
§ 30. Подготовка трасс. 139
§ 31. Установка копирного троса. 142
§ 32. Укладка дренажных трубопроводов траншейным способом. 144
§ 33. Устройство сопряжений. 149
§ 34. Засыпка дренажных траншей 152
§ 35. Технология строительства пластмассового дренажа бестраншейным способом. 154
§ 36. Технология строительства закрытых коллекторов большого диаметра. 159
§ 37. Выдерживание продольных уклонов. 161
§ 38. Средства механизации для строительства дренажа 165
§ 39. Состав дренажных бригад. 174
§ 40. Строительство дренажа в сложных гидрогеологических условиях. 176

Глава 7. СТРОИТЕЛЬСТВО ДРЕНАЖНЫХ СИСТЕМ В ЗИМНЕЕ ВРЕМЯ 178
§ 41. Выбор объектов для зимнего строительства. 178
§ 42. Способы защиты грунтов от промерзания. 182
§ 43. Разработка мерзлых грунтов. 185
§ 44. Особенности производства дренажных работ зимой. . . . 188
§ 45. Производство вспомогательных работ. 192

Глава 8. КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА СТРОИТЕЛЬСТВА ДРЕНАЖНЫХ СИСТЕМ 197
§ 46. Основные требования к качеству дренажных систем 197
§ 47. Способы контроля качества. Приборы и приспособления 202
§ 48. Операционный контроль качества систем. 207
§ 49. Подготовка дренажной системы к сдаче в эксплуатацию 212
§ 50. Техника безопасности при работе на мелиоративных, строительных и дорожных машинах 214

Глава 9. ЭКСПЛУАТАЦИЯ МЕЛИОРАТИВНЫХ СИСТЕМ 218
§ 51. Причины нарушения работоспособности осушительных систем и сооружений. 218
§ 52. Организация ремонтных работ. 222
§ 53. Ремонт осушительных систем и уход за ними 224
§ 54. Технологические схемы производства ремонтных работ на осушительных системах 226

Приложения 235
Список рекомендуемой литературы 237

Зинаида Никифоровна Артемьева
Борис Алексеевич Елизаров
Петр Кузьмич Лукашенко

ОРГАНИЗАЦИЯ И ТЕХНОЛОГИЯ ДРЕНАЖНЫХ РАБОТ

Редактор С. М. Томенко
Обложка художника В. М. Иванова
Художественный редактор С. Л. Шилова
Технический редактор Р. Н. Егорова
Корректор В. Б. Шустрова

ИБ № 5294

Сдано в набор 30.06.87. Подписано в печать 12.02.88. М-25536. Формат 84 × 108$^{1}/_{32}$. Бумага кн-журн. Гарнитура литературная. Печать офсетная. Усл. печ. л. 12,6. Усл. кр.-отт. 12,81. Уч.-изд. л. 13,03. Изд. № 191. Тираж 9400 экз. Заказ № 539. Цена 30 коп.

Ленинградское отделение ордена Трудового Красного Знамени ВО «Агропромиздат». 191186, Ленинград, Невский пр., 28.

Отпечатано в типографии им. Котлякова издательства «Финансы и статистика» Государственного комитета СССР по делам издательств, полиграфии и книжной торговли. 195273, Ленинград, Руставели, 13 с диапозитивов ленинградской типографии № 2 головного предприятия ордена Трудового Красного Знамени Ленинградского объединения «Техническая книга» им. Евгении Соколовой Союзполиграфпрома при Государственном комитете СССР по делам издательств, полиграфии и книжной торговли. 198052, Ленинград, Л-52, Измайловский проспект, 29.