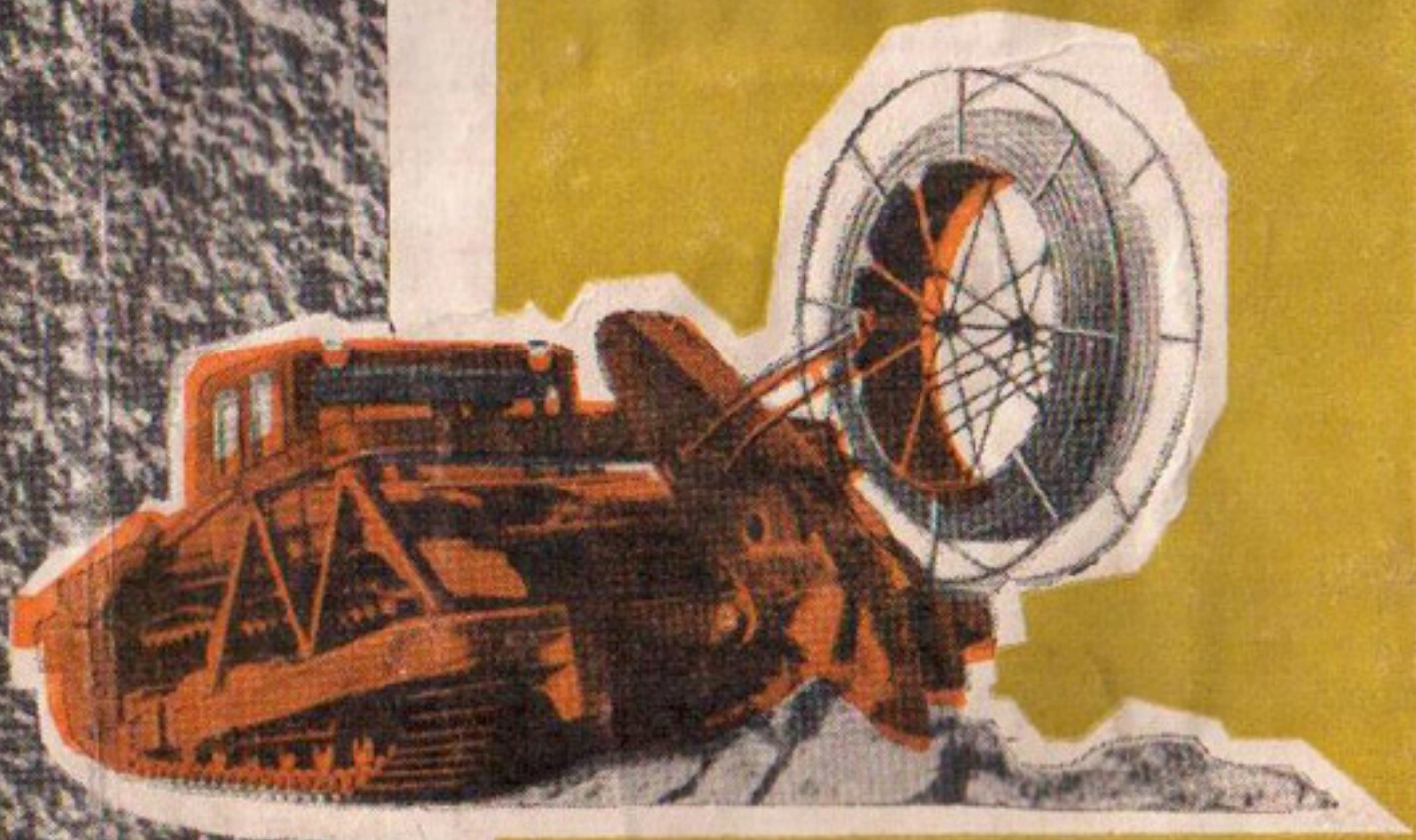
631.6
К-14
47700

В. С. КАЗАКОВ, Е. Д. ТОМИН

Механизация строительства закрытого дренажа на осушаемых и орошаемых землях



К-14

В. С. КАЗАКОВ, Е. Д. ТОМИН,
кандидаты технических наук

МЕХАНИЗАЦИЯ СТРОИТЕЛЬСТВА ЗАКРЫТОГО ДРЕНАЖА НА ОСУШАЕМЫХ И ОРОШАЕМЫХ ЗЕМЛЯХ

477 тыс

Научно-техническая САНИИРИ БИБЛИОТЕКА

РОССЕЛЬХОЗИЗДАТ
МОСКВА—1969

Книга охватывает большой круг вопросов по строительству дренажа, от типов дренажных систем и конструкций дрен, эффективности средств механизации и рациональной организации производства работ до технико-экономической оценки применяемых способов устройства дренажа. Она рассчитана на специалистов, руководящий состав СМУ, УМР, ПМК и на механизаторов, работающих в этой области мелиорации земель. Может также служить пособием для проектировщиков при выборе и обосновании способов производства работ и средств механизации для строительства закрытого горизонтального дренажа в различных зонах СССР.

Индекс 4—3—5

Закрытый дренаж является наиболее эффективным средством осушения и орошения земель. Срок службы его значительно выше открытого, он надежнее и дешевле в эксплуатации. Применение закрытого дренажа позволяет значительно сократить потери площади под каналами, создает благоприятные условия для механизации сельскохозяйственных работ, способствует более интенсивному ведению хозяйства.

В районах орошения дренаж является обязательным мероприятием, обеспечивающим поддержание уровня грунтовых вод на оптимальной глубине и предотвращающим засоление земель при поливах возделываемых культур.

Строительство дренажа приобрело большое значение в связи с началом осуществления развернутой программы мелиоративного строительства. Майским пленумом ЦК КПСС (1966 г.) предусмотрено увеличение в течение ближайшего десятилетия площади осушаемых земель на 15—16 млн. га и орошаемых земель на 7—8 млн. га.

Характерными чертами строительства закрытого дренажа являются его масштабы, а также комплексность выполнения разнообразных работ в различных гидрогео-

логических условиях. Эти особенности требуют осуществления комплексной механизации строительства дренажа на основе внедрения передовой технологии с применением новых высокопроизводительных машин.

В последние годы начинают применять трубы из пластических (полиэтилен, поливинилхлорид) материалов и синтетические фильтры. Новые материалы позволяют значительно повысить уровень механизации строительства закрытого дренажа, снизить трудоемкость и себестоимость работ.

ДРЕНАЖНЫЕ СИСТЕМЫ И КОНСТРУКЦИИ ДРЕН

Назначение и типы дренажных систем

Дренажные системы предназначены регулировать водно-воздушный и тепловой режимы почв, чтобы создать оптимальные условия выращивания сельскохозяйственных культур, обеспечивающие получение высоких и устойчивых урожаев. Достигается это путем поддержания уровня грунтовых вод на определенной глубине, а также путем перехвата избыточных поверхностных вод. Кроме того, на орошаемых землях для сброса сильно минерализованных вод при рассолении почвогрунтов проводятся специальные промывки или поливы с повышенной нормой расхода воды.

Различают осушительные, осушительно-увлажнительные и осушительно-обводнительные системы. Две последние — это системы двустороннего действия, в которых сочетается и осушение, и орошение.

Мероприятия по увлажнению осушаемых земель подразделяются на предупредительные и увлажнительные. Предупредительные мероприятия имеют целью предупредить быстрое снижение уровня грунтовых вод на осушаемой площади. Они осуществляются в основном шлюзованием открытых или закрытых осушительных систем и устройством на осушаемой территории лиманов. Увлажнительные мероприятия обеспечивают подачу необходимого количества воды в почву путем шлюзования или орошения.

Вода по осушительным дренам поступает к собирательным коллекторам, которые, в свою очередь, примыкают к главному коллектору, сбрасывающему дренажные воды в водоем. Дрены должны быть расположены так, чтобы они могли лучше перехватывать потоки грунтовых и поверхностных вод и создавать требуемый вод-

ный режим почвы. Этому условию больше отвечают дрены, расположенные в направлении горизонталей осушаемой местности или в направлении изолиний глубины залегания грунтовых вод.

Дренаж может быть продольным и поперечным. При продольном дренаже коллектор имеет малый уклон и небольшую скорость движения воды. Регулирующие дрены перерезают поток грунтовых вод не поперек, а вдоль. Отдельные струи грунтовых вод могут оказаться неперехваченными, что исключается при поперечном дренаже. Поэтому при продольном дренаже приходится располагать дренажные линии на 20—25% ближе друг к другу.

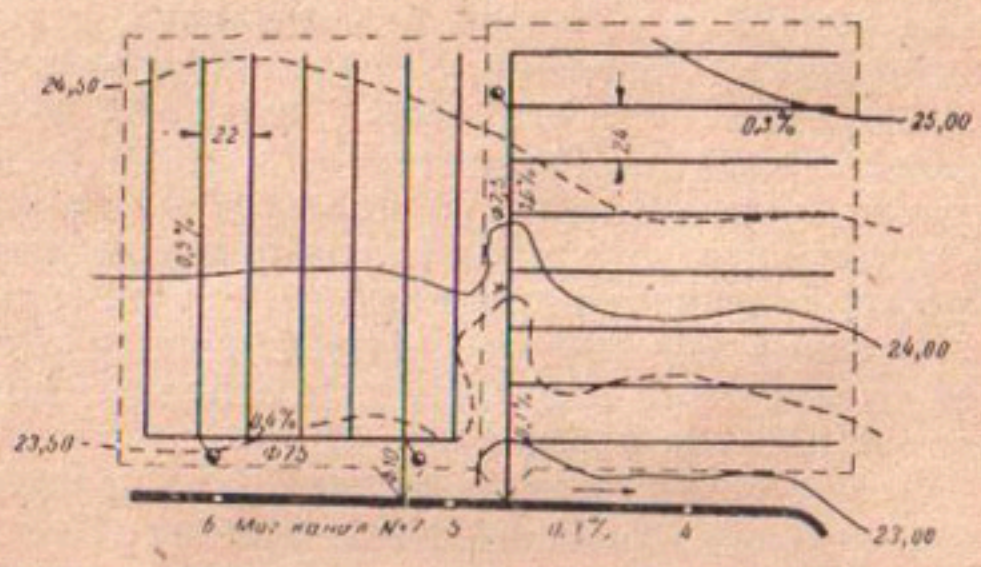


Рис. 1. План продольного (слева) и поперечного (справа) систематического дренажа

Продольное расположение дрен рационально при уклоне местности меньше 0,004—0,005, так как этот уклон является почти предельным для минимального диаметра дрен. При уклонах местности более 0,01 лучше применять поперечный дренаж. При промежуточных уклонах 0,004—0,01 задача решается для каждого конкретного случая отдельно. Чаще всего применяют промежуточное расположение дрен под углом к горизонталям.

Различают следующие основные виды дренажа: систематический, разреженный, выборочный.

Систематическое расположение дрен (рис. 1) применяется обычно при равномерном питании грунтовых вод

на осушаемой площади и может быть выполнено по продольным, поперечным и промежуточным схемам.

Такой дренаж закладывается почти во всех почвогрунтах на сравнительно одинаковых глубинах и расстояниях друг от друга без использования агромелиоративных мероприятий. Однако область его применения ограничена. Следует отметить, что постоянное расстояние между дренами, их параллельность, относительное равенство глубин смежных дренажных линий могут быть оправданы только в том случае, если в пределах данной дренажной системы одинаковые условия водного питания, рельефа, почв и характера сельскохозяйственного использования земли.

Разреженный дренаж представляет собой систему закрытых параллельных дрен, расстояние между которыми превышает обычное нормативное расстояние между осушителями в систематическом дренаже. При правильном использовании микрорельефа разреженный дренаж допускает уменьшение количества осушительных дрен до 30%.

Эффективность действия разреженного дренажа обеспечивается более интенсивным притоком воды к дренам, что вызвано специфическим микрорельефом или применением кротового дренажа (или других агромелиоративных мероприятий).

Выборочный дренаж применяется при неравномерном питании грунтовых вод на данной площади. Например, при внешнем притоке грунтовых вод дрены располагают в зависимости от направления притока, чтобы наиболее полно перехватить его. На участках, где нет притока грунтовых вод, дрены не делают и поэтому общая длина их на единицу площади сокращается до 40—50%.

Выборочный дренаж применяется также при осушении отдельных сырых участков (рис. 2) (западин, тальвегов). Их осушают одной или несколькими линиями дрен, сходящимися в один общий коллектор. При устройстве выборочного дренажа необходимо тщательное гидрогеологическое изучение осушаемой местности.

Комбинированный дренаж представляет собой сочетание линии трубчатых дрен с кротованием, способствующим повышению эффективности действия собирателей. При этом трубчатый дренаж играет роль постоянного основного дренажа, а кротовый — вспомогательного, возоб-

новляемого по мере надобности. Кротовый дренаж прокладывается на глубину в среднем 0,6—0,7 м с определенным искусственным или естественным уклоном.

Трубчатые дрены, играющие в комбинированном дренаже роль закрытых собирателей, располагают на одинаковых расстояниях друг от друга по принципу поперечного дренажа. Кротовый дренаж выполняют после завершения строительства трубчатого дренажа, причем нарезку кротовых ходов проводят вдоль уклона местности, то есть поперек линий трубчатых дрен.

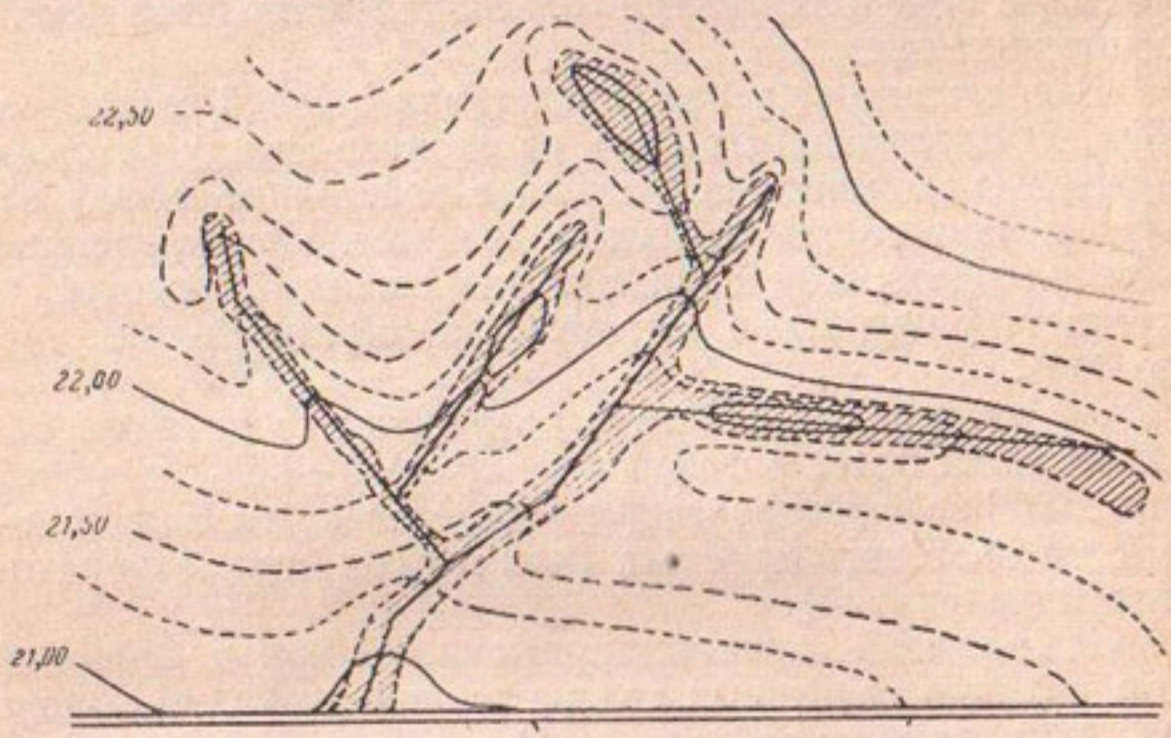


Рис. 2. Схема выборочного дренажа (заштрихована площадь, подвергавшаяся периодическому избыточному увлажнению)

Во всех видах дренажа глубина заложения, расстояние между дренами, их уклон определяются проектом. Обычно в зависимости от тех или иных условий глубина заложения дрен колеблется от 0,8 до 1,5 м (редко 1,8 м). Вообще вопрос о глубине закладки дренажа при осушении земель следует рассматривать с точки зрения экономической целесообразности строительства закрытых осушительных систем в тех или иных условиях и обеспечения устойчивого понижения грунтовых вод до требуемой нормы осушения.

Минимальная глубина закладки дрен в минеральных грунтах равна 0,75 м.

В торфяники дрены укладывают только после того, как (в результате предварительного осушения) произойдет первоначальная осадка залежи (спустя 3—5 лет). Учитывая, что дренаж должен работать 20—25 лет, и осадку (2,5—3 см в год), дрены в торфе закладывают на глубину примерно 1,2 м.

Расстояние между дренами зависит от многих факторов и выбирается на основе опыта и результатов исследований, проведенных в аналогичных условиях. В зависимости от характера почвогрунтов расстояние между дренами при глубине их заложения 1,0—1,2 м принимается равным от 12 до 50 м.

Минимальные уклоны дрен во избежание заиления должны быть следующие: для труб диаметром 5 см — 0,002, диаметром 10 см — 0,001, 12 см — 0,0007, 15 см — 0,0005.

В связных грунтах при высоком качестве укладки труб допускается меньший уклон. В несвязных грунтах не рекомендуется делать уклоны меньше 0,003.

Уклон кротовых дрен должен быть не менее 0,005—0,01. Их закладывают на глубину от 40 до 130 см при расстоянии между ними от 2 до 20 м (в зависимости от свойств почвы, глубины заложения).

При осушении площадей, не обеспеченных водоприем-

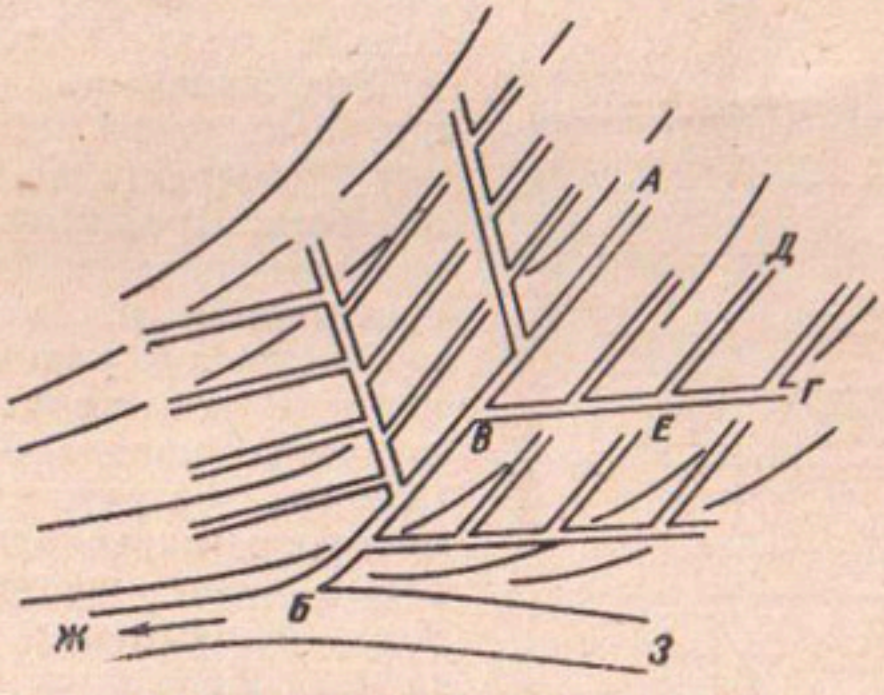


Рис. 3. Схема закрытого дренажа:
А—Б — главный коллектор; В—Г — боковые собирающие коллекторы; Д—Е — осушающие дрены; Ж—З — река

никами достаточной глубины, применяют дренажные системы с механическим водоподъемом в устье.

Конструкция такой системы в принципе аналогична конструкции обычных дренажных систем. Устье главного коллектора системы выходит в открытый подводящий канал, копань или колодец достаточной емкости и глубины. Оттуда воду перекачивают в более мелкий отводящий канал. Насосные станции могут работать постоянно или в аварийных случаях.

Линии регулирующих дрен на орошаемых землях также присоединяют к собирательным коллекторам, которые, в свою очередь, примыкают к главному коллектору, сбрасывающему дренажные воды в водоем (рис. 3).

Схемы дренажных сетей отличаются большим разнообразием. Дренажные линии располагают параллельно, перпендикулярно и под некоторым углом к коллекторам.

Параллельно расположенные дрены могут иметь сброс в один (рис. 4-а) или в два коллектора (рис. 4-б). В первом случае дрены почти в два раза длиннее. Дрены со сбросом в два коллектора могут располагаться по одной оси (4-в) или с некоторым смещением (4-г) относительно друг друга.

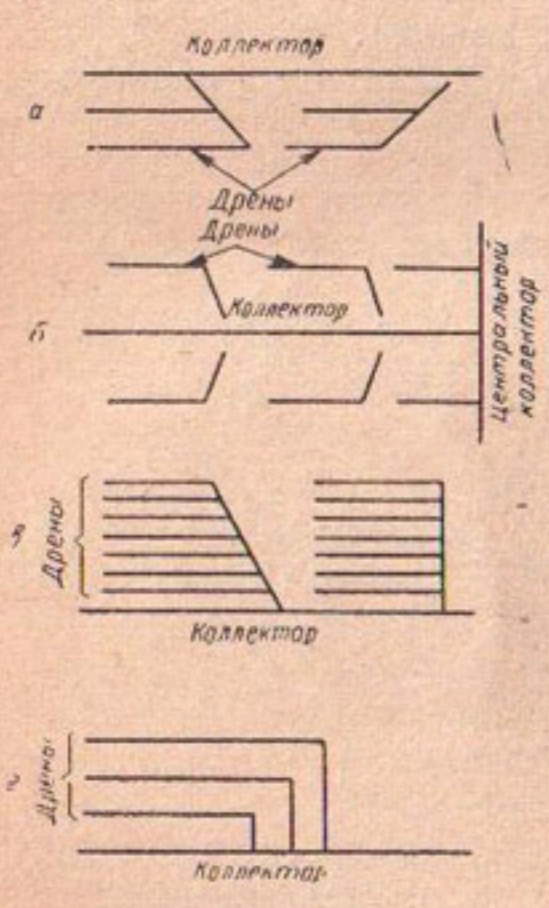


Рис. 4. Дренажные линии, параллельные оси коллектора

Параллельное коллектору расположение дрен принималось для осушения земель в Голодной степи.

Эффективность дренажа зависит от расположения коллекторно-дренажной сети. Дрены лучше располагать посредине между оросителями по направлению основного уклона местности. В этом случае под действием напора фильтрационных вод двух смежных оросительных каналов грунтовые воды поступают в дрену более интенсивно, и почвы рассоляются лучше и быстрее.

Дрены, расположенные по направлению грунтового

потока, который совпадает с направлением основного уклона местности, имеют лучшие для оттока грунтовых вод гидравлические условия. По сравнению с дренами, расположенными поперек направления грунтового потока, продольные дрены работают под более равномерным и значительным напором, а поэтому обеспечивают и больший отток грунтовой воды. Кроме того, в продольных дренах больше скорость течения воды, поэтому они меньше подвержены заилению и зарастанию сорной растительностью.

В существующих схемах осушения коллекторы делают открытыми и закрытыми. Последние могут выполнять функции дрен.

Применение закрытых коллекторов без придания им функции дрены возможно при продольной и поперечной схемах дренажа. Строительство коллекторов, выполняющих только функции транспортирования дренажной воды, значительно упрощает процесс производства работ и снижает себестоимость коллекторной сети.

В юго-западном и центральном массивах Голодной степи дрены расположены вдоль горизонталей, а коллекторы — перпендикулярно к ним, поэтому дренирующее значение коллекторов здесь в расчет не принимается. В связи с этим в таких коллекторах не устраивают фильтра и не перфорируют трубы.

Если дрены расположены по продольной схеме, то коллектору также можно не придавать функцию дрены, возлагая ее на параллельно укладываемую дрену. В том же случае, если закрытому коллектору все же придают функцию дрены, приходится дополнительно устраивать дрену на отметках выше верха труб коллектора с включением ее по уклону в каждый колодец.

Если слабопроницаемые грунты на глубине 3—10 м подстилаются сильнопроницаемыми грунтами, применяют горизонтальный дренаж с разгрузочными колодцами. Проходка всей толщи мелкозема горизонтальными дренами в таких случаях считается экономически не оправданной и технически трудно выполнимой.

Этот способ осушения считается экономически наиболее оправданным в двухслойных грунтах с напорным водным питанием. Эффективность промывок при таком дренаже резко возрастает, так как снимается напорность

грунтовых вод и создаются условия для вертикальных токов воды на середине междрений.

В зависимости от глубины укладки закрытый дренаж на орошаемых землях бывает мелкий или глубокий. Глубокий горизонтальный дренаж (2,5—3,5 м глубины и больше) в сравнении с мелким (1—1,75 м глубины) имеет ряд преимуществ. Он позволяет удерживать уровень грунтовых вод и капиллярную кайму их на большей глубине, а также глубже вымывает соли и уменьшает опасность реставрации засоления почвы. Создавая более значительный напор грунтовых вод, глубокий дренаж содействует более быстрому их опреснению. Кроме того, он позволяет увеличить расстояние между дренами, а следовательно, уменьшить затраты на его сооружение.

На грунтах, подверженных значительному засолению, с большой энергией капиллярной деятельности дрены прокладывают глубоко. На тяжелых грунтах с плохими фильтрационными свойствами большое заглубление дрен неэффективно, поэтому их следует закладывать на глубину не более 2,2—2,5 м (при минимальной глубине 1,75—2 м).

В настоящее время в основном строят глубокий дренаж. Но возможно сочетание глубокого дренажа (для удержания грунтовых вод на определенной высоте) с мелким (для отвода излишних поверхностных вод), так называемый комбинированный дренаж.

При определении расстояний между дренами принимают во внимание глубину дрен, водно-физические свойства почвогрунта, глубину залегания водоупора, естественную дренированность территории, заданный размер (модуль) дренажного стока, потребную глубину и скорость понижения уровня грунтовых вод.

Чем глубже дрены и водоупорный слой, чем лучше естественная дренированность территории, тем больше может быть расстояние между дренами. Это расстояние возрастает с ростом коэффициентов фильтрации и водоотдачи почвогрунта.

На практике расстояние между дренами определяют по данным опыта, дополненным теоретическим расчетом.

Н. А. Беседнов рекомендует следующие расстояния между дренами при глубине дрен около 3 м (табл. 1).

Таблица 1

Рекомендуемые междренные расстояния (м)

Глубина залегания грунтовых вод до устройства дренажа	Расстояние между дренами		
	тяжелые почвы	средние почвы	легкие почвы
2—3	250—300	300—400	400—600
1—2	200—250	250—300	300—400
0—1	100—150	150—200	200—300

При наличии напорных вод расстояние между дренами необходимо уменьшать.

Определяя уклон дрен, нужно стремиться к тому, чтобы он по возможности был большим и обеспечивал скорость движения воды не менее 0,25—0,40 м/сек, что предотвращает заиление дрен. Для дрен с диаметром 10 см такая скорость обеспечивается при уклонах, равных 0,002—0,003.

Уклон дрен по трассе меняют — в начале дрены он бывает 0,003, а у устья — 0,002. Это позволяет увеличить скорость движения воды в трубах и предотвратить их заиление.

Конструкции дренажа в зонах избыточного увлажнения и орошения

Дренаж бывает материальный и кротово-щелевой. Кротово-щелевой делается в виде кротовин или сводчатых щелей без крепления или заполнения их каким-либо материалом. Это сокращает затраты на строительство, но делает дренаж недолговечным и зависящим от вида грунта, его влажности, условий производства работ и т. д. Поэтому его применяют лишь в особенно благоприятных условиях (малоразложившийся торф, глина).

Материальный дренаж характеризуется использованием различных материалов. Он бывает нескольких видов: с материальным заполнением всего сечения водоотводящей полости (каменный, жердевой, фашинный) и с материальным креплением стенок водоотводящей полости (трубчатый).

Каменный и фашинный дренажи имеют небольшой срок службы и требуют бо́льших затрат труда при строительстве, чем трубчатый. В настоящее время его почти не применяют.

Трубчатый дренаж отличается хорошей водоотводящей способностью. Срок его службы определяется долговечностью материала труб и заилением последних.

Дренажная линия состоит из двух частей: приемной и транспортирующей.

Приемная часть дрены состоит из труб, соединенных между собой и снабженных фильтром (мох, торфяная крошка, песчано-гравийная смесь или синтетический материал). Вода в дрену попадает через стыки труб или через специальные водоприемные отверстия в трубах, проходя фильтрующий материал. Фильтры осуществляют захват (каптаж) грунтовых вод, увеличивая водоприемную способность дрены, и одновременно предотвращают вынос частиц водоносного грунта в трубы, предохраняя их от заиления.

Транспортирующая часть оканчивается устьевым сооружением, посредством которого осуществляется соединение дрены с коллектором. По длине трассы устраивают контрольно-смотровые колодцы и другие сооружения.

Закрытая дрена должна быть достаточно непроницаемой для частиц грунта; обладать низменностью линии (как по вертикали, так и по горизонтали) и не иметь перемещений в стыках; водозахватная способность ее должна быть достаточно высокой, то есть фильтрующий материал и сама труба не должны создавать дополнительных гидравлических сопротивлений для грунтовой воды. Кроме того, дрена и фильтрующий материал должны быть долговечными и экономичными, а их использование должно способствовать механизированной укладке.

Конструкция дрен-осушителей из коротких труб в большинстве случаев предусматривает обязательную заделку стыков мхом слоем 5—6 см с перекрытием стыка в обе стороны по 5 см или обкладку их стеклотканью с таким же перекрытием. Дрену присыпают гумусовым грунтом слоем 15—20 см. В неустойчивых грунтах керамические трубы укладывают на подкладку из досок с боковыми ограничительными рейками. Пластмассовые трубы обкладывают также защитным материалом (мхом или стеклотканью) вкруговую по всей длине.

Форма фильтрующей обсыпки в поперечном сечении дрены на орошаемых землях бывает прямоугольной

(рис. 5-а), полукруглой (рис. 5-б) или круглой (рис. 5-в). Иногда трубу сверху покрывают полиэтиленовой пленкой, толем или водостойкой бумагой (рис. 5-г). Однако, как показали исследования, конструкции дрен с неполной обсыпкой их фильтром оказались недолговечными из-за их заиления. Поэтому дренажную трубу следует укладывать с полной обсыпкой фильтром.

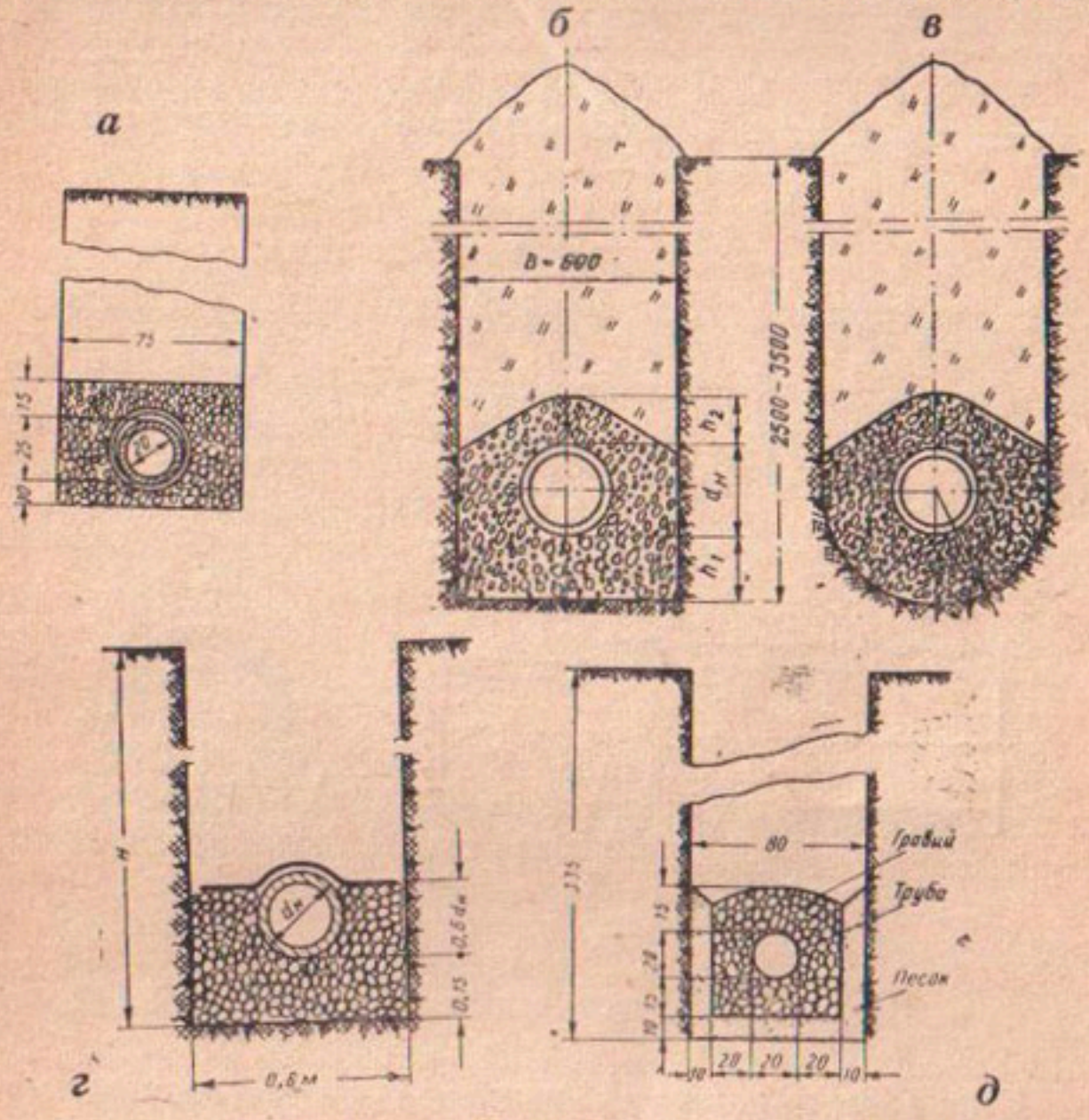


Рис. 5. Поперечные сечения фильтра и дренажных труб

При этом наименьший расход фильтра получается при обсыпке круглой формы. В зависимости от механического состава почвогрунтов иногда применяют фильтрующую обсыпку из 2 или 3 слоев (рис. 5-д) по типу обратного фильтра.

Фильтрующая обсыпка дрен по длине бывает сплошной или прерывистой. Использование прерывистой об-

сыпки дает экономию фильтрующих материалов, но уменьшает водозахватную способность дрены, что является нежелательным. В настоящее время применяют в основном сплошную обсыпку труб по всей длине дрены, исключая транспортирующую часть, где фильтр вообще не устраивают.

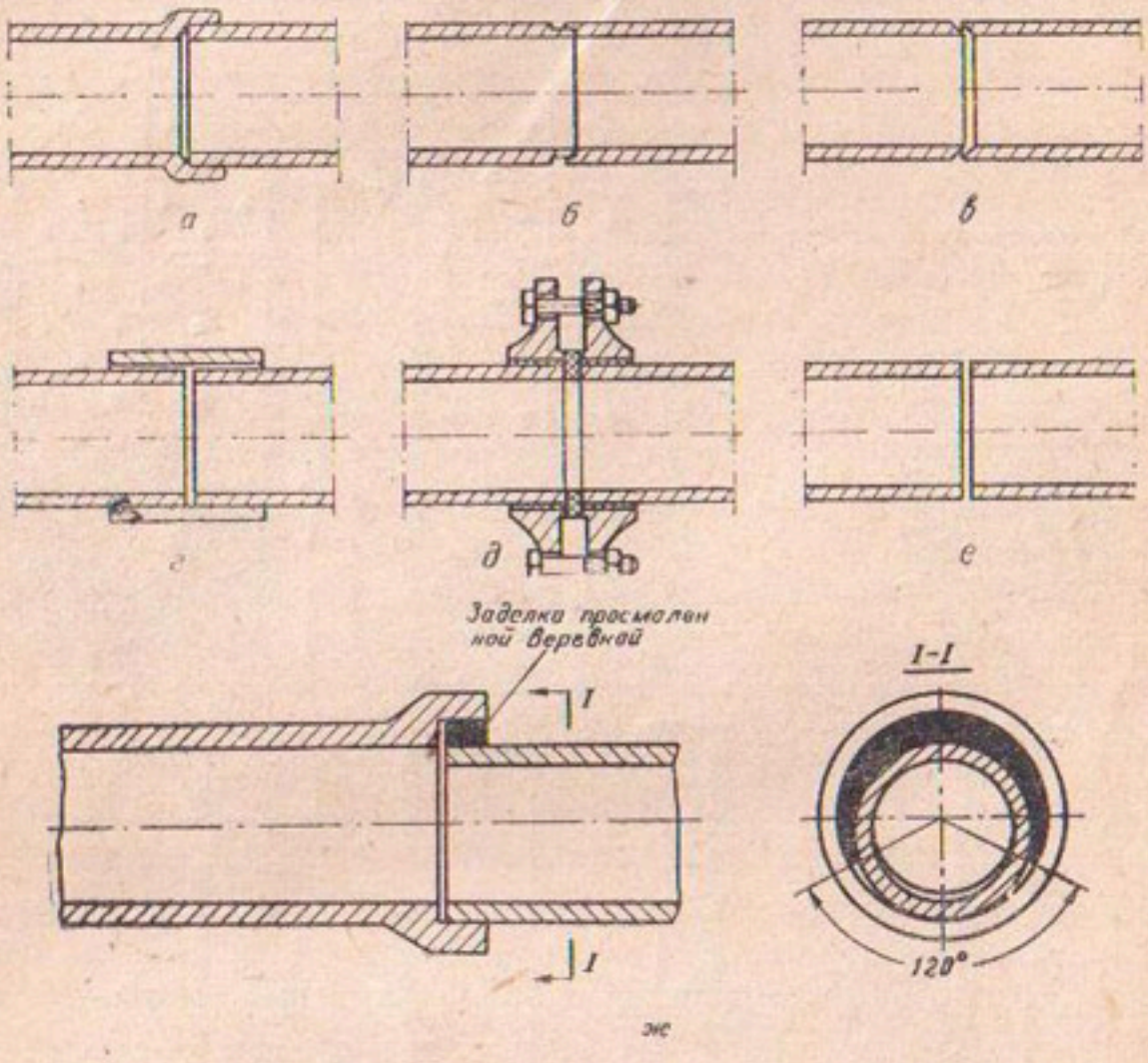


Рис. 6. Конструкции стыков дренажных труб

Стыки труб являются наиболее ответственным местом в дренажной линии. Здесь могут происходить нежелательные смещения и нарушения их прямолинейности. При слабых грунтах применяют трубы с фасонными концами (раструбами), фасочные или специальные муфты и фланцы (рис. 6-а, б, в, г, д).

Иногда при укладке раструбных труб верхняя часть раструба заделывается на $^2/_3$ окружности просмоленной веревкой (рис. 6-ж). При этом раструбы располагают в направлении движения воды.

Дренажные трубы с плоскими торцами (рис. 6-е) используют в устойчивых грунтах. При наличии достаточно устойчивого искусственного основания можно такие трубы укладывать и в слабый грунт. Их укладывают с зазором 1,5—2,0 мм. Причем опыт показывает, что увеличение размера зазора в 2 раза увеличивает сток лишь на 10% при увеличении вероятности заиления труб. В песчаных грунтах применяется минимально возможное значение зазора и обязательно используются фильтрующие материалы.

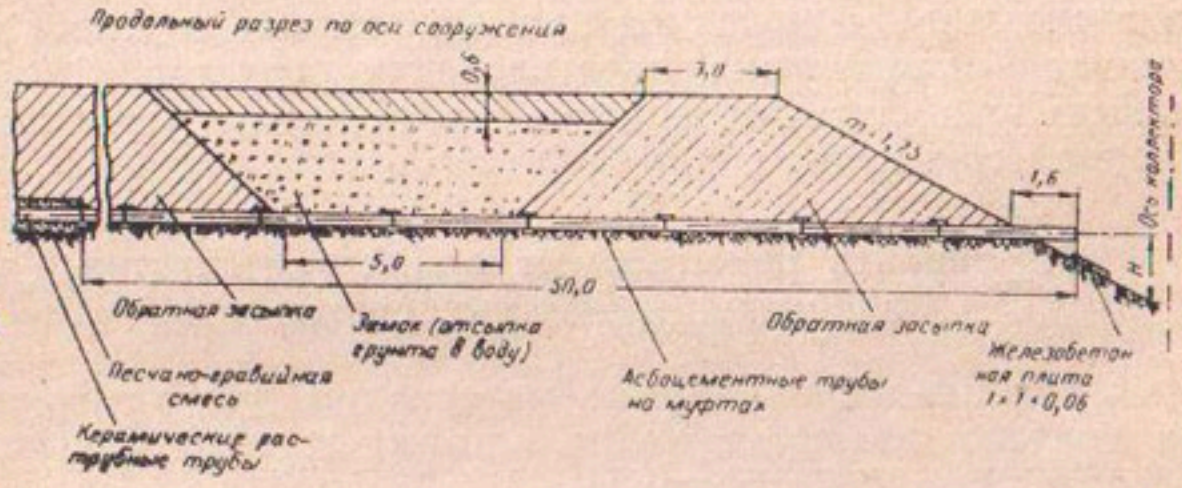


Рис. 7. Конструкция «замка» в устьевой части дрены

Следует отметить, что по длине дрены трубы могут иметь переходный диаметр, увеличивающийся к устью. Переход от одного диаметра труб к другому приурочивается к смотровым колодцам.

Устьевая часть дрены (длиной около 50 м) делается из длинных асбестоцементных или пластмассовых труб, неперфорированных, их монтируют на муфтах с уплотнительными кольцами. Поскольку эти трубы укладывают без фильтрующей обсыпки, основание под них выполняют на одном уровне с подстилающим слоем дрены с сохранением общего уклона.

Чтобы предохранить засыпанные дренажные линии от размыва и разрушения, в устьевой части дрены устраивают замок из грунта, послойно отсыпаемого в воду. Сверху замка насыпают слой (0,6 м) сухого грунта (рис. 7). Следует отметить, что замок не всегда спасает от прорыва воды в коллектор после начала поливов.

17700

Научно-техническая САНИИРИ БИБЛИОТЕКА

Во многих случаях линии трубчатых дрен отводят воду непосредственно в открытые коллекторы через трубу длиной 4—5 м. Ее конец должен находиться на 0,6 м от бровки канала и не менее 0,3—0,5 м выше уровня воды в канале.

Иногда расположение участка не позволяет отводить дренажную воду в коллектор. В этом случае применяют откачку воды насосами.

Имеется несколько типов устьев дрен с принудительным сбросом воды в коллектор. Здесь насосная установка должна иметь резервную емкость в виде водосбросного колодца или открытого канала. Поглощающие скважины в колодцах применяют лишь в условиях хорошо фильтрующих подстилающих грунтов. С помощью принудительного водовыпуска можно управлять уровнем грунтовых вод.

Материалы, применяемые при строительстве закрытых дренажных систем

Основным строительным материалом для устройства дренажа являются трубы, которые должны отвечать следующим требованиям:

иметь правильную цилиндрическую форму и торцы, обрезанные под углом 90° к продольной оси трубы;

обладать достаточной механической прочностью для того, чтобы противостоять внешнему давлению грунта, а также внутреннему напору воды при засорении сети;

иметь гладкую внутреннюю поверхность для уменьшения сопротивления при прохождении воды;

иметь водопоглощение не выше 14%;

обладать достаточной водоприемной способностью;

обладать стойкостью к агрессивным грунтовым водам;

быть морозостойкими.

В настоящее время имеется большой ассортимент дренажных труб из различных материалов.

Керамические трубы, выпускаемые по ГОСТу (рис. 8-а), имеют внутренний диаметр от 25 до 250 мм и длину 333 мм (табл. 2). Для большей конструктивной жесткости трубы делают с продольной опорной плоскостью (рис. 8-б). По специальному заказу выпускают трубы с внутренним диаметром 200 мм, длиной 800 мм

и с 7 щелевыми, расположенными по спирали, отверстиями для приема воды (рис. 8-в). Длина щелевых отверстий 100 мм, ширина — 10 мм.

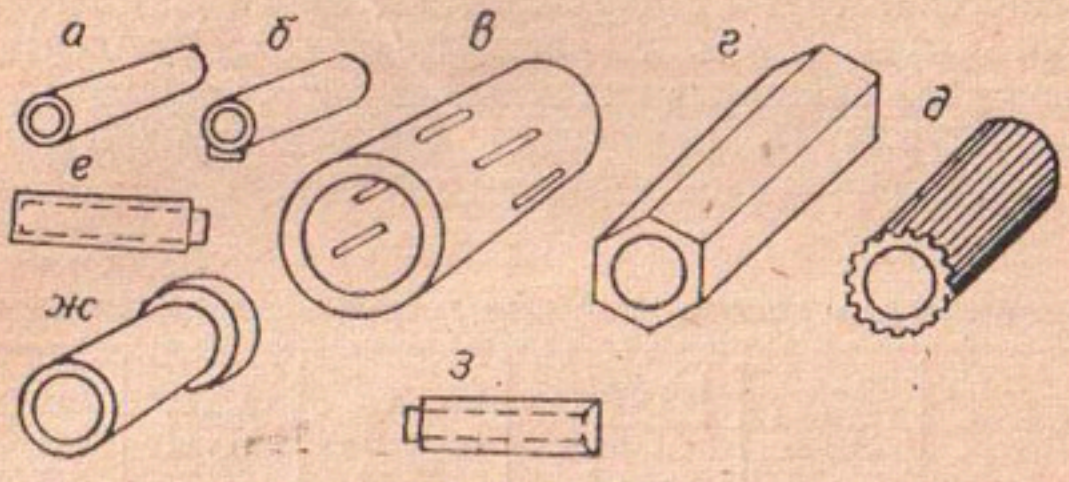


Рис. 8. Дренажные керамические трубы

Большое распространение получили так называемые фасочные трубы (рис. 8-е), отличающиеся от обычных керамических труб только характером стыков. Торцы этих труб срезаны под углом в 45—47°, причем каждая труба с одного конца срезана снаружи, а с другого — изнутри. Это позволяет при соединении труб в линию вставлять одну трубу в другую, чем достигается их прочное соединение. Используются также дренажные трубы с раструбами (рис. 8-ж), которые позволяют лучше сцентрировать дренажную линию. Для этого же делают трубы с выступающими ребрами (рис. 8-з).

Таблица 2

Размеры керамических труб (мм) по ГОСТу 8411—62

Внутренний диаметр	Толщина стенки
25 ± 2	8 ± 1
40 ± 2	↑
50, 75 ± 3	10, 11, 13 ± 2
100, 125, 150 ± 4	15, 18, 20 ± 3
175, 200, 250 ± 5	22, 23, 24 ± 5

В Латвии начали выпускать граненые трубы (рис. 8-г), которые много удобнее круглых при транспортировке. Для улучшения водоприемной способности дрен, защищаемых фильтрующим материалом, предложены керамические трубы с наружными канавками (рис 8-д).

Дренажные трубы с раструбами, используемые в основном на орошаемых землях, имеют следующие размеры (табл. 3). Их применяют как при ручной, так и при механизированной укладке дренажа.

Таблица 3

Размеры керамических дренажных труб с раструбами (мм)

Внутренний диаметр	Толщина стенки	Внутренний диаметр раструбной части	Глубина раструбной части	Длина трубы	Высота конической части
100±7	15±4	150±7	50±5	670±5	80±5
150±8	20±5	210±8	50±5	670±5	80±5
200±9	23±5	270±9	50±5	670±5	90±5
250±11	26±6	320±11	50±5	670±5	100±5
300±12	30±6	380±12	50±5	670±5	110±5

Для дренажа используют также керамические раструбные канализационные трубы следующих размеров (табл. 4).

Таблица 4

Размеры керамических канализационных труб (мм)

Диаметр условного прохода	Наружный диаметр	Толщина стенки
125	161	18
150	188	19
200	240	20
250	294	22
300	350	25

Примечание. Трубы выпускаются длиной 900—1200 мм.

Бетонные трубы в зоне осушения используются мало, лишь при определенном содержании солей в воде и при строгом соблюдении требований к составу бетона и технологии изготовления труб. В противном случае трубы быстро разрушаются. Наибольший интерес представля-

ют эти трубы для строительства крупных осушительных систем, где возможно применение труб диаметром более 250 мм.

Асбестоцементные неперфорированные трубы из-за их большой длины используют при строительстве устьевой части дрены, а перфорированные — при устройстве дренажа методом «полки». Эти трубы легче керамических и бетонных. Размеры применяемых асбестоцементных труб приведены в таблице 5.

Таблица 5

Размеры асбестоцементных труб (мм)

Диаметр условного прохода	Наружный диаметр	Толщина стенки
141	159	9
195	215	10
243	265	11
291	351	12

Примечание. Длина труб 3—4 м.

К прочности пластмассовых труб предъявляются те же требования, что и для керамических. Размеры применяемых труб из пластических материалов даны в таблице 6.

Таблица 6

Размеры пластмассовых труб (мм)

Виды труб	Диаметр условного прохода	Наружный диаметр	Толщина стенки
Полиэтиленовые (длина 6 м)	125	140	7,5
	140	160	10,0
	150	168	4,0
	190	220	15,0
Винипластовые (длина 6 м)	90	102	6
	235	247	6

Трубы, формируемые из ленты-пленки, имеют диаметр 35—60 мм и применяются в зоне осушения. Они бывают упруго-поджатые, со швом-перфорацией, с застежкой «молния» и др. Вода в эти трубы поступает через щель между краями ленты и соединительную перфо-

рацию. Чтобы увеличить водоприемную способность труб, в ленте делается иногда дополнительная перфорация.

Для труб, формируемых из ленты-пленки, используется обычно рулонный ПВХ толщиной 0,4—1,3 мм. Достоинствами таких труб является малый расход материала и его транспортабельность (доставляется в рулонах). Однако, как показал опыт, по жесткости, прочности и надежности трубы, сформированные из ленты, уступают готовым.

В настоящее время выпускаются гладкие гибкие трубы из полиэтилена с условным проходом 42 мм и осваивается производство гибких гофрированных полиэтиленовых труб различных диаметров (50—110 мм).

Перфорация дренажных труб бывает дырчатая и щелевая. Перфорируются трубы длиной более 0,75 м. Скважность, то есть отношение площади отверстий к поверхности трубы, должна быть около 0,5%. Отверстия, размеры которых устанавливаются с учетом крупности фракций фильтрующего материала, выполняются в шахматном порядке по всей окружности или на $^1/_3$ ее длины, но не менее 40 шт. на 1 пог. м.

Щели (при щелевой перфорации) должны быть параллельными оси трубы и иметь размер по ширине 2—3 мм, по длине — 50—200 мм. На 1 пог. м трубы должно их быть 3—5 в зависимости от диаметра трубы.

Общая площадь отверстий (щелей) на 1 пог. м дренажной трубы должна составлять:

для труб диаметром 150 мм — 900 мм²,
» » » 200 мм — 1200 мм²,
» » » 250 мм — 1500 мм²,
» » » 300 мм — 1800 мм²,
» » » 350 мм — 2200 мм²,
» » » 400 мм — 2500 мм²,
» » » 450 мм — 2800 мм²

Деревянные дренажные трубы, используемые почти исключительно для дренирования торфяников, бывают дощатыми и желобковыми.

Дощатые трубы имеют прямоугольное или треугольное сечение и делаются из сырых досок толщиной 15—20 мм, длиной — 4—6 м. Лучше использовать древесину хвойных деревьев, менее подверженную гниению. Дощатые трубы (плети) сколачивают на специальном

верстаке, оставляя водоприемную щель 2—4 мм между досками путем постановки прокладок.

Желобковые трубы делают из круглой древесины диаметром 10—12 см. Они состоят из тела с фрезерованным пазом и крышки. Вода в трубу поступает через водоприемные щели между телом и крышкой, которые также образуются при установке прокладок толщиной 2—4 мм. Следует отметить, что применение дощатых труб предпочтительнее желобковых.

Фильтрационная оболочка дренажных труб устраивается для защиты дрены от суффозии частиц грунта, которые могли бы отложиться в полости трубы и уменьшить ее водопропускную способность, для предупреждения кольматации водоприемных отверстий трубы и прилегающего к ней массива грунта, а также для увеличения площади контакта поверхности дрены с грунтом.

Материал и конструкция фильтра для трубчатых дрен должны иметь тот же гарантированный срок службы, что и сами дренажные трубы.

Химические свойства материала фильтра должны обеспечивать гидрофобность поверхности всех пор с целью предупреждения ее химического и бактериального зарастания и последующего уменьшения пористости и водопроницаемости.

Фильтр должен быть водостойким при постоянном и переменном увлажнении и стойким при работе в кислых, нейтральных и щелочных средах (при pH=3,5—9,5), в аэробных и анаэробных условиях.

В материале фильтра не должно быть компонентов, являющихся питательной средой для микроорганизмов, плесневых грибков и животных землероев.

Физико-механические свойства материала фильтра должны обеспечивать:

максимальную водопроницаемость, соответствующую коэффициенту фильтрации не менее 10 м/сутки, в течение расчетного срока службы;

свободный вынос в дрену частиц грунта диаметром меньше 0,05 мм и задержку частиц диаметром более 0,1 мм;

стабильность свойств материала и формы при температурах среды от —5° до +40°, допускающие их транспортировку и длительное хранение на открытом воздухе;

морозостойкость в увлажненном состоянии, способ-

ность выдерживать не менее 100 циклов замораживания и оттаивания, не снижая прочности, водопроницаемости и фильтрующей способности;

твердость поверхности фильтра и пор, которая должна быть не ниже 4 (по 10-балльной шкале), что даст эрозионную устойчивость и сопротивляемость грызунам;

малый объемный вес.

Материал и конструкция фильтра должны допускать массовое механизированное изготовление и механизацию защиты труб при строительстве дренажа. Материал фильтра должен иметь широкую сырьевую базу, а его изготовление не должно быть связано с использованием ядовитых и взрывчатых веществ. Стоимость фильтра не должна быть высокой.

Защита дрен от заиления осуществляется путем обкладки водоприемных отверстий материалом, пропускающим воду, но задерживающим частицы грунта. В комбинации с фильтрующим материалом может применяться водонепроницаемая лента (из пленки, пропитанной бумаги).

Фильтрующий материал может быть естественным и синтетическим, а также комбинированным и должен служить в течение достаточно долгого срока.

В качестве фильтрующего материала применяют мох, торфяную крошку, резаную солому, гравий или песчано-гравийную смесь, шлак, минеральную вату, стеклоткань и комбинированные материалы из перечисленных компонентов.

Применение естественных фильтрующих материалов (мох, гравий, шлак) затрудняется нетранспортабельностью, отсутствием механизации заготовки и укладки в траншею.

Для механизированного строительства дренажа особый интерес представляют рулонные синтетические фильтрующие материалы, в первую очередь нетканые.

Считается, что попадание частиц грунта или фильтра в дрену невозможно, если

$$D_{50} \geqslant \frac{t}{1{,}2},$$

где D_{50} — диаметр частицы, меньше которого в обсыпке содержится 50% (по весу);

t — ширина водоприемных щелей.

Фильтрующая обсыпка будет эффективной, если

$$\frac{D_{50}}{d_{50}} = 50 - 10,$$

где d_{50} — диаметр частицы, меньше которого в естественном грунте содержится 50% (по весу).

В последние годы в качестве фильтрующего материала получило распространение стекловолокно. Оно поставляется в рулонах и укладывается в дрену в процессе строительства.

Преимущества синтетических фильтров (высокая фильтрационная способность и отличные технологические качества) позволяют считать их весьма перспективными.

В качестве материала фильтра для дрен на орошаемых землях применяется обсыпка из мелкого гравия, щебня, особо прочных осадочных пород, крупных, средних и реже мелких песков, природных гравийно-песчаных смесей с отсевом частиц $< 0{,}1$ мм (допускается не более 5%).

Коэффициент фильтрации обсыпки должен быть $\geqslant 10$ м/сутки. Обсыпка дрен может быть сплошной по длине или прерывистой с проверкой последней на водозахватную способность.

Ширина обсыпок в (см) устанавливается по формуле:

$$в \geqslant Д_н + (20 \div 30),$$

где $Д_н$ — наружный диаметр дренажной трубы (см).

В подавляющем большинстве случаев ширина обсыпки принимается равной ширине отрываемой траншеи.

Высота обсыпки Δh над уровнем воды в дрене в однородном грунте устанавливается по формуле:

$$\Delta h = 0{,}22 \frac{Q}{K_ф} \geqslant 15 \text{ см},$$

где Q — средний приток к дрене ($м^3$/сутки на 1 пог. м);

$K_ф$ — коэффициент фильтрации водоносного пласта (м/сутки).

В неоднородных грунтах с преобладанием непроницаемых слоев ширина обсыпки принимается равной ширине траншеи.

При прерывистой обсыпке размеры каждой секции обсыпки вдоль трубы определяются подбором по формуле:

$$F = (2h + b) \cdot lV_ф,$$

где F — водозахватная способность дрены при двустороннем притоке ($м^3$/сутки на 1 пог. м);
h — превышение уровня воды на контакте грунта с обсыпкой (м);
b — ширина обсыпки в основании (м);
l — длина обсыпки на 1 пог. м длины дрены (м);
$V_ф$ — допустимая скорость фильтрации на выходе из грунта (м/сутки), определяемая по формуле:

$$V_ф = 65\sqrt[3]{K_ф}.$$

Состав обсыпок подбирается с таким расчетом, чтобы мелкие частицы основного слоя выносились беспрепятственно через поры смежного с ним слоя из более крупного материала.

В песчаных грунтах с расчетным диаметром $d_{50} > 0{,}2$ мм делается однослойная обсыпка, в мелкозернистых песках с $d_{50} = 0{,}2 + 0{,}05$ мм и в глинистых грунтах — двухслойная обсыпка из песка и гравия. Толщина каждого слоя принимается в пределах 10—15 см. При подборе состава обсыпки должны учитываться тип и размеры водоприемных отверстий труб.

Следует заметить, что для разнородных по механическому составу грунтов необходимо дифференцированно подходить к выбору фильтра. В Голодной степи в качестве фильтрационного материала применяют отсортированный гравий крупностью 3—3,5 мм с песком, имеющим средний диаметр зерен 0,6—1 мм. Многочисленные вскрытия дрен показывают, что такой фильтрационный материал незначительно заиляется в супесчаных и особенно в песчаных прослойках.

Гравий большого диаметра и особенно однородный по размерам является неэффективным в фильтрах из естественных пород.

При строительстве закрытого дренажа в Туркменской ССР применяют песчано-гравийную смесь с объемным весом 1,7 т/$м^3$ следующего механического состава (табл. 7).

Дрены в суглинках и глинах в настоящее время не закладывают без применения фильтрующего материала. В США считают достаточным иметь гравийный фильтр толщиной 5—7,5 см.

Таблица 7

Состав песчано-гравийной смеси (%)

Диаметр фракций (мм)							
<0.1	0,1—0,25	0,25—0,5	0,5—1,0	1—5	5—10	10—20	>20
6	3	4	4	23	32	21	7

Фильтрующий материал (гравий, песок) существенно удорожает дренаж. Но практика показала, что эффективность и долговечность дренажа при использовании фильтров резко возрастает.

Соединительная арматура и дренажные сооружения

Сопряжение дренажных линий является одним из наиболее ответственных элементов работ, от которых в значительной степени зависит долговечность дренажа.

Осушители с закрытым коллектором соединяются с помощью фасонных частей и колодцев, а также без фасонных частей — внахлестку и впритык.

Долговечность фасонных частей должна не уступать долговечности дренажных труб. Поэтому лучше, когда фасонные части сделаны из того же материала, что и трубы.

Готовые соединительные детали (фитинги) из керамики дороги и тяжелы, они легко повреждаются при перевозках. В последнее время в Латвии и Эстонии широко применяются пластмассовые соединительные детали, различающиеся по назначению, материалу, технологии изготовления и т. п.

Обычно пластмассовые соединительные части представляют собой тройник, крест или переход, к концам которого присоединяют дренажные трубы. Фитинг либо входит своим концом в трубу, либо охватывает ее снаружи.

При отсутствии фасонных частей для соединения двух дренажных линий соединительные детали делают из обычных дренажных труб непосредственно на месте путем пробивки в них отверстий. При этом качество работ бывает низкое, имеет место бой труб.

Более совершенным сопряжением керамических труб без фасонных частей нужно считать «полусверху», то

есть впритык в верхнем квадранте, которое получило широкое распространение в Литовской ССР.

Пробки (или концевые глухие трубки) применяют для заделки верхних концов дрен. Пробки бывают керамические, бетонные, асфальтобетонные и пластмассовые.

Муфты применяются для соединения дренажных труб. Керамические муфты используются лишь в специальных видах дренажа.

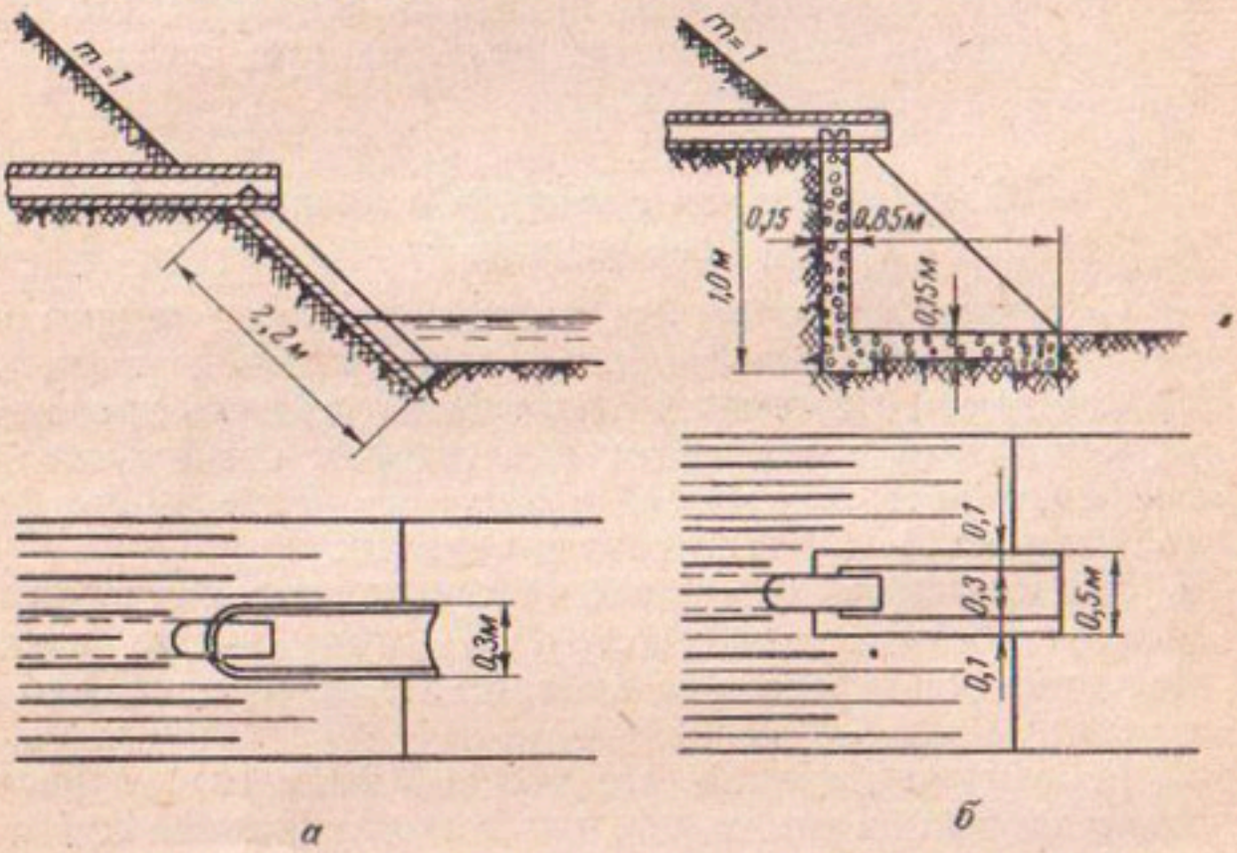


Рис. 9. Устьевая часть дрены: а — лотковая, б — бетонная

Устья, служащие для ввода дрены в открытый водоприемник, состоят из устьевой трубы, оголовка (лотка) и креплений против размыва (рис. 9). В устьевой трубе часто устанавливают клапан или решетку.

В индустриальном строительстве дренажа наибольшее применение нашли устья из сборного железобетона и асбестоцементной устьевой трубы. На торфяниках устья делают деревянные (из досок толщиной 50—60 мм).

Для строительства дренажных устьев начали применять пластмассовые детали — полиэтиленовые устьевые трубы. Обычно детали устьев централизованно изготовляют в СМУ (ММС) и в комплектах поставляют их на объекты.

Для изготовления дренажных сооружений крупных систем применяется сборный железобетон, реже бетон. Чтобы предотвратить коррозию, бетонные сооружения снаружи покрывают битумом.

Колодцы служат для соединения дренажных трубопроводов, для контроля за их работой, отстоя взвешенных частиц, приема поверхностных вод (через фильтр), регулирования стока (при наличии подпорных устройств) и т. д.

Открытые и потайные колодцы сооружаются из бетонных колец и снабжаются крышками и днищами. Иногда днища заменяют гравийной подушкой. Колодец с водоприемными отверстиями и фильтрующей гравийно-галечной обсыпкой образует фильтр-поглотитель, служащий для приема поверхностных вод и отвода их через дрену.

Если коллектор открытый, то конец дренажной трубы выводится наружу с устройством дренажного устья. Выводной конец дрены закладывают выше стояния воды в открытом коллекторе на 0,3—0,5 м. Обычно последнее звено дренажной трубы укладывают в выводную трубу длиной 1—2 м (деревянную, асбестоцементную), конец которой выходит наружу в откос канала. Выводная труба опирается на каменную подпорную стенку или на деревянные сваи. Устьевую часть дрены предохраняют от эрозии и подмыва.

Если в месте расположения дренажного устья нет сброса поверхностных вод в канал, то для устройства устья применяют сплошную жесткую трубу. Ее выступающая часть должна выдаваться настолько, чтобы вода выливалась за пределы откоса. Чтобы не было ледяного затора в трубе или чтобы она не была повреждена плывущим льдом, устье ее заглубляют и заканчивают в откосе бетонным или каменным оголовком.

Если в месте расположения дренажного устья происходит сброс поверхностных вод в канал, то в этом случае необходимы сооружения специального типа, которые одновременно сбрасывали бы воду из дрены и отводили бы поверхностные воды в канал. При отсутствии кавальера широко распространенным является прямоугольный водослив. Кавальер с разрешения можно использовать в качестве подпорной дамбы для устройства временного водоема. Лучшей и наиболее экономичной

конструкцией считается трубчатый водосброс. В некоторых случаях дренажное устье переносят в сторону от места сброса поверхностных вод или отводят поверхностный водосток на 20—25 м от места расположения дренажного устья и сбрасывают воду в канал по одернованному желобу. Дренажное устье стараются расположить выше по течению от места сброса поверхностных вод.

Устья снабжают качающимися заслонками, клапанами или другими устройствами, чтобы предотвратить попадание в дрену мелких животных.

Соединительные колодцы устанавливают в местах соединения более чем двух коллекторов или в местах соединения двух коллекторов и регулирующих дрен, когда сопрягаемые концы находятся на разных отметках. Соединительные колодцы располагают на линии ограды или на необрабатываемых участках. Их снабжают крышками, конструкция которых обеспечивает легкий доступ в колодец для осмотра. Если место соединения находится в пределах обрабатываемого участка, верх колодца располагают не менее чем на 0,5 м ниже уровня земли. Сверху крышку засыпают слоем земли. Обычно диаметр колодца бывает равен 1 м. Дно колодца устраивают на глубине 30—45 см ниже выхода из него дренажных труб. Примерно такие же колодцы строят и в качестве перепадов при пересечении дренажной линией крутого падения местности.

Для нормальной работы дренажной системы часто бывают необходимы специальные сооружения (закрытые и поверхностные приемники, отстойники и др.), схемы которых приведены на рисунке 10.

Поверхностные приемники служат для отвода поверхностного стока с помощью дренажных труб. При небольшом количестве поверхностных вод, подлежащих сбросу, и сильном заилении поверхностных приемников целесообразно устраивать закрытые приемники. Чтобы предотвратить образование воздушных пробок, которые нарушают нормальную работу дрен, рекомендуется устраивать отдушины.

Иногда устраивают отстойники с повернутым вниз коленом (сифоном), установленным на выпускном патрубке дрены. Устройство колодца без сифона нецелесообразно потому, что такой колодец трудно чистить от

заиления. Сотовая решетка, уложенная на поверхности смотрового люка, может служить поверхностным приемником.

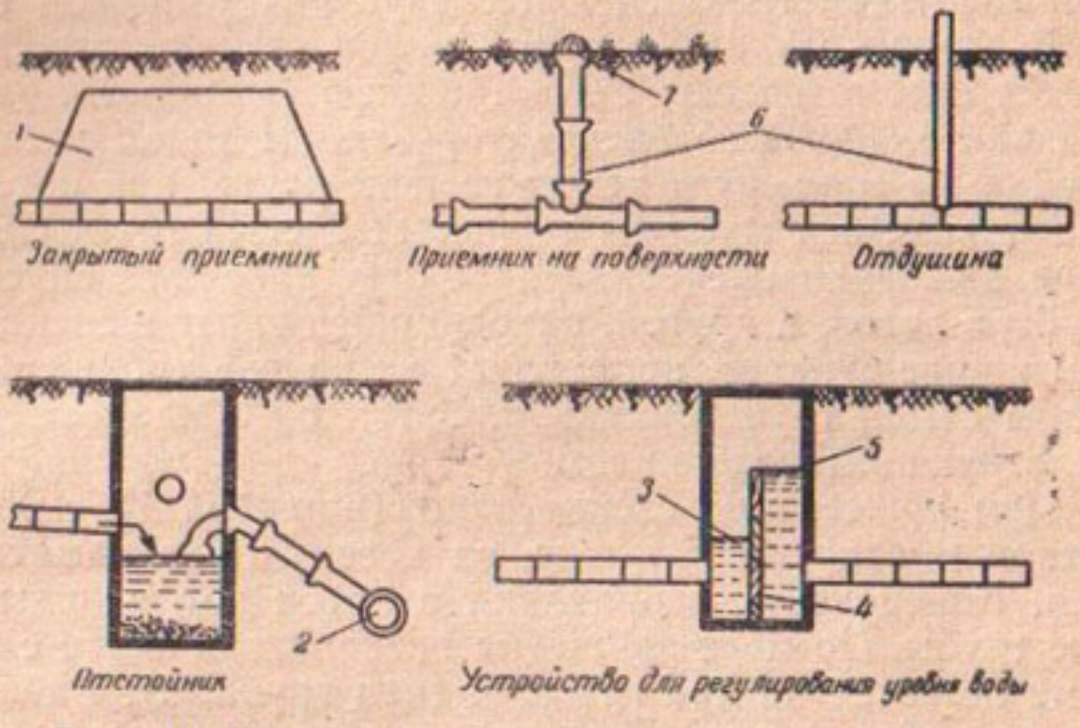


Рис. 10. Специальные устройства на дренажной сети:
1 — пористая засыпка; *2* — выпускная дрена; *3* — нижний уровень воды; *4* — перегородка; *5* — верхний уровень воды; *6* — металлическая труба или дрена со втулочным соединением (конец одной трубы входит в раструб на конце другой трубы; *7* — защитная решетка

Контрольно-смотровые колодцы на орошаемых землях устраивают через 200—250 м. С помощью этих колодцев часто ведут промывку дрен путем их затопления. В результате создаваемого напора происходит размыв грунта и вынос его из дрены. Чтобы обеспечить промывку дрен во время их эксплуатации, рекомендуют верхний конец дрены вывести на уровень дна оросителя и снабдить его клапаном.

СПОСОБЫ СТРОИТЕЛЬСТВА ЗАКРЫТОГО ДРЕНАЖА

Различают 3 способа строительства закрытого дренажа на осушаемых и орошаемых землях: траншейный, узкотраншейный и бестраншейный. Наиболее распространенным из них является первый.

Траншейный способ

Строительство дренажа из керамических труб по траншейному способу ведется или с одновременным отрытием траншеи и укладкой труб или с предварительным отрытием траншеи и последующей укладкой труб.

В первом случае заданный уклон траншеи выдерживается автоматически. Рыть траншею начинают с устьевой части, для чего экскаватор задним ходом устанавливают по маркеру в исходное положение, при котором продольная ось машины совпадает с осью траншеи. По мере движения экскаватора один рабочий опускает трубы в лоток, а другой, находящийся внизу в специальном ящике-бункере, поправляет их на дне траншеи так, чтобы стыки труб совпадали. Затем он обкладывает их фильтрующим материалом.

При применении стеклоткани (шириной 15 см) над лотком монтируют катушку, на которую она наматывается. Конец ленты заправляют в лоток под укладываемые трубы. По мере движения экскаватора лента с трубами ложится на дно траншеи (под трубами). Рабочий, находящийся внизу, обертывает стыки сверху и с боков короткой полосой (10 × 17 см) стеклоткани, соединяя ее концы с нижней продольной лентой. Иногда дрены от заиления защищают с помощью синтетических материалов отдельно до укладки труб.

Во втором случае укладку труб в траншею начинают после того, как дно траншеи будет спланировано специальными приспособлениями. Проверяют отметки на траншеи с помощью визира, устанавливаемого на дно через каждые 50 м. Места перебора устраняют плотным заполнением их песчаным грунтом и осколками труб. Укладывают дренажные трубы от истока к устью, однако, если во время укладки воды в траншее нет, укладку труб можно проводить также и в обратном направлении.

Нельзя укладывать трубы в траншею, заполненную водой или торфяной бузой, минеральным разжиженным грунтом, а также в условиях непрерывного притока плывунных масс грунта. Если дно траншеи не может служить надежным основанием для дренажных труб, его необходимо углубить на 5—10 см и заполнить полученное корыто гравием, а затем плотно утрамбовать.

К качеству укладки дрен предъявляются следующие требования: величина зазора в стыках между отдель-

ными трубами дрены не должна превышать 2 мм; смещение труб от продольной линии дрены не должно превышать 2—3 мм; керамические трубы должны быть уложены по всей длине дрены так плотно, чтобы при подъеме одной из них поднимались 3—4 соседние трубы; верхние концы дрен и коллекторов (истоки) должны быть обязательно закрыты пробкой.

Уложенную дрену или закрытый коллектор проверяют нивелировкой. Рейку устанавливают через каждые 5 м. Отклонения отметок уложенных труб от проектных не должны превышать: для дрен ±2,0 см; для коллекторов ±3 см. Обратный уклон дрены в целом или ее отдельных участков не допускается. В местах пересечения дренами и коллекторами грунтовых и шоссейных дорог трубы укладываются с муфтовыми соединениями и защищаются слоем (20—30 см) гравия или шлака.

При строительстве дрен-осушителей из готовых пластмассовых труб на экскаваторе (над трубоукладчиком) должен быть установлен барабан, на который навешивается бухта труб, прижимное приспособление и присыпающее устройство. При защите пластмассовых труб с помощью синтетических материалов на экскаватор устанавливают устройство для осуществления обмотки труб и кронштейн для рулона с материалом.

Для перемотки труб из бухт на барабан экскаватора служат специальные перемоточные устройства, состоящие из горизонтального барабана, на который надевается бухта труб, и опоры для подвески барабана экскаватора с ручным управлением. Все указанное оборудование смонтировано на санях. Рулон стеклоткани не перематывается, а надевается непосредственно на кронштейн. Пластмассовая труба может быть обернута стеклотканью заранее (рис. 11).

Подготовительные работы при закладке дрен-осушителей из пластмассовых материалов те же, что и при укладке керамических труб.

Работы по отрытию траншей и укладке пластмассовых дрен начинают от коллектора. Конец ленты стеклоткани крепится к трубе и заякоривается в устье дрены. По мере движения экскаватора одновременно с разворачиванием пластмассовой трубы разворачивается и лента стеклоткани. Труба через направляющий желоб трубоукладчика подается на дно траншеи и под дейст-

вием прижимного ролика ложится в земляной желоб. Исток дрены перегибают и перевязывают или же конец трубы глушат специальной пробкой. При защите пластмассовой трубы фильтром из мха рабочий, находящийся внизу, по мере выхода трубы из укладчика, обертывает ее мхом вкруговую по всей длине при перфорационных отверстиях, расположенных под углом 120°, или накладывает слой мха на отверстия, если перфорации расположены в несколько рядов сверху трубы.

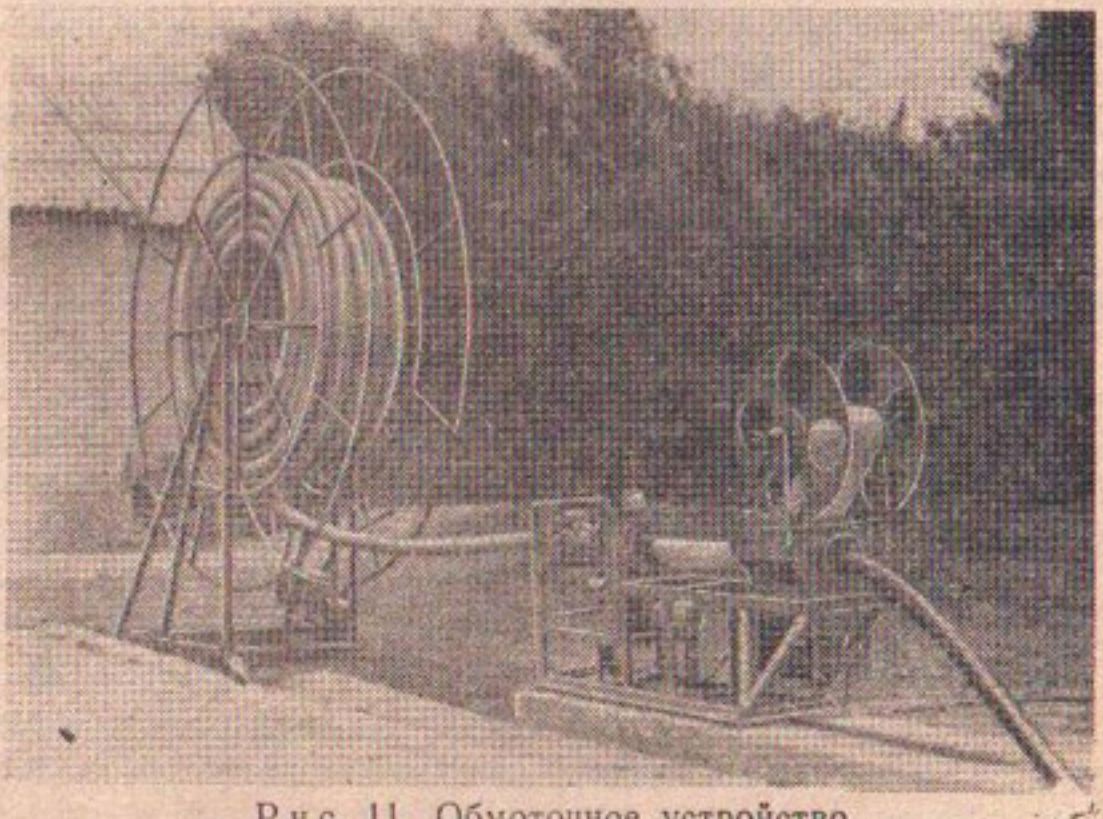


Рис. 11. Обмоточное устройство

Строительство дренажа с помощью одноковшовых экскаваторов рекомендуется проводить при затруднении использования многоковшовых экскаваторов. Подготовительные работы те же, что и при использовании многоковшовых экскаваторов, за исключением установки направляющего троса, который смещается от оси дрены на 1,5—2 м в зависимости от марки экскаватора. Соответственно удлиняют верхнюю горизонтальную рейку визира.

Рытье траншеи начинают от устья, двигаясь параллельно направляющему тросу. Траншеи роют с вертикальными стенками на ширину ковша. Для соблюдения проектной глубины траншеи экскаваторщик должен постоянно следить за тем, чтобы работа с одной позиции продолжалась до совпадения метки на рукояти стрелы

на расстоянии 240 см от нижней кромки ковша (в момент вертикального положения стрелы) с высотой направляющего троса. Недобор грунта траншеи экскаватором не должен превышать 5—8 см. Переборов следует избегать. После прохода 5—7 м траншеи визиром проверяют дно, планируют его вручную и делают желоб для труб. Укладываются дренажные трубы так же, как и при отрытии траншеи многоковшовым экскаватором.

С помощью плужных канавокопателей строительство дренажа из керамических труб ведут в редких случаях (при отсутствии более эффективных машин и при наличии резерва рабочей силы), так как резко возрастает объем доделочных ручных земляных работ. При рытье траншеи канавокопателем из состава подготовительных работ исключается установка направляющего троса. Трассу дрены провешивают и по возможности планируют бульдозером.

Для доуглубления канала канавокопатель оборудуется приспособлением, которое рыхлит грунт на нужную глубину.

В легких грунтах канаву выполняют за один проход на прицепе двух тракторов. При наличии валунов или остатков древесины канаву выполняют за два прохода. В тяжелых или переувлажненных грунтах с недостаточной плотной дерниной работу выполняют за один проход на прицепе трех тракторов. При работе в сухих грунтах все тракторы идут друг за другом по оси канавокопателя — цугом, а во влажных грунтах — врасчал.

Рытье канав начинают от устья дрены. После прохода канавокопателя проводят доуглубление канавы до проектной глубины, планируют дно под заданный уклон по нивелиру и укладывают керамические трубы.

Отрытие траншей с помощью одноковшового экскаватора или канавокопателя при строительстве пластмассового дренажа проводят тем же методом, что и при строительстве керамического дренажа. Предварительно размотанные трубы раскладывают вдоль траншей, а затем их опускают на дно. Укладка пластмассовых дренажных труб впритык недопустима.

Грунты орошаемых земель весьма неоднородны, различны по физико-механическим свойствам, слоисты. Большое влияние на их свойства оказывают соли и вода. Соли цементируют грунт, придают ему большую

прочность, устойчивость откосов; наличие воды, наоборот, приводит к оплыванию грунта, обрушению стенок траншей.

Последовательность работ по прокладке закрытого дренажа траншейным способом с помощью дреноукладчика следующая. Если нужно делать доуглубление трассы дрены, то вначале проводится ее разбивка и нивелировка. Планировка пути для дреноукладчика проводится по нивелировочным отметкам. Эта операция может выполняться скрепером, бульдозером, грейдером или комбинацией их, в зависимости от величины срезок, дальности транспортировки грунта и наличия машин. Контроль качества планировки трассы дреноукладчика осуществляется путем инструментальной съемки в точках, отмеченных при разбивке трассы.

Работы по прокладке самих дрен состоят из: рытья траншеи, укладки подстилающего фильтра, укладки дренажных труб и засыпки их фильтрующим материалом с боков и сверху.

Все перечисленные операции по устройству дренажа могут выполняться дреноукладчиком одновременно и непрерывно, начиная от устья дрены (рис. 12).

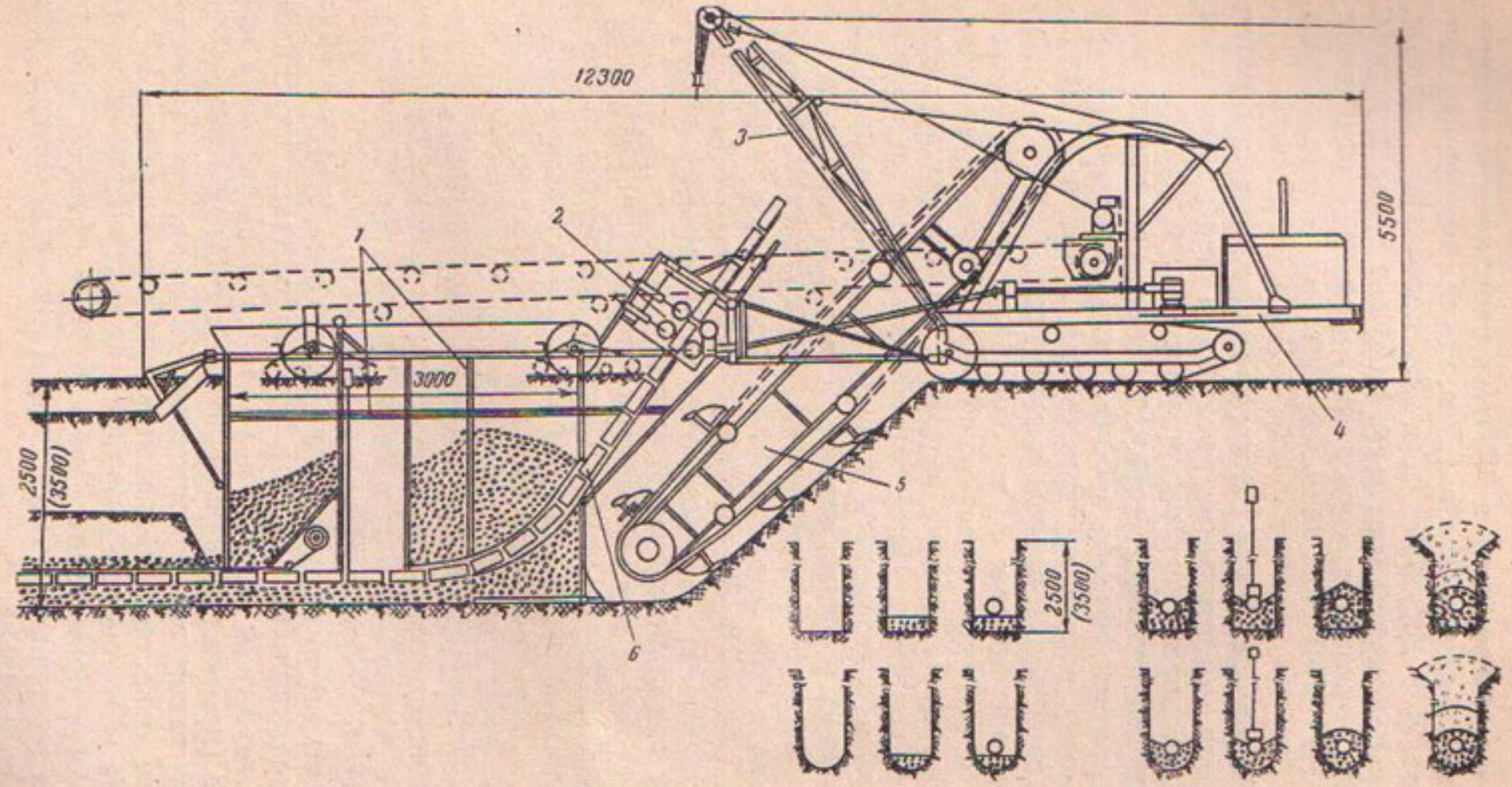
Дреноукладчик периодически загружают фильтрующим материалом с помощью самосвалов с задней или боковой выгрузкой. Для этой цели используют и специальные устройства.

Производительность траншейных дреноукладчиков на орошаемых землях невелика и равна 80—90 пог. м за смену.

Обратная засыпка дрены грунтом производится бульдозером, а послойное уплотнение — специальными катками, трамбовками или вибротрамбовками.

Строительство закрытого дренажа в неустойчивых грунтах с близким залеганием грунтовых вод сопровождается разрушениями стенок траншеи, затрудняющими выполнение операций по укладке дрен. В глинистых грунтах разрушение траншеи происходит в виде обвалов стенок. В плывунах траншея сразу после ее отрывки оплывает. Оплывание грунта, происходящее в нижней части стенки траншеи, приводит к обрушению всей стенки.

Для крепления стенок применяются деревянные стеллажи из двух параллельных досок 2,5×7,6 см^2, уло-



Р и с. 12. Последовательность выполняемых операций по укладке труб с помощью дреноукладчика:
1—бункер; *2*—укладчик труб; *3*—подъемное устройство; *4*—шасси; *5*—ковшая цепь; *6*—керамические трубы

женных с промежутком в 7,7 см и скрепленных поперечинами через интервалы в 1,5 м. Длина отдельных секций стеллажей достигает 5 м. В некоторых случаях стеллажи прибивают к кольям, забитым в дно траншеи. Крепление стенок траншеи выполняют в отдельных местах по всей поверхности, для чего используют щиты.

Сплошное крепление стенок траншеи щитами обычно бывает при строительстве дренажа в водонасыщенных грунтах, подверженных оплыванию.

Строительство закрытого дренажа с креплением стенок траншеи связано с большими потерями времени на установку и разборку креплений, а также с затруднительным использованием механизмов.

Закрытый дренаж в неустойчивых грунтах лучше строить с помощью жесткого неразборного крепления, в виде бездонного ящика, который устанавливают автокраном в траншею. Неразборное крепление по сравнению со сборно-разборным позволяет сократить время на его установку и вытаскивание.

Для закрытого дренажа в неустойчивых грунтах применяют трубы с раструбами, внутренний диаметр которых равен 15—30 см при длине 50—75 см. Фильтрующую обсыпку вокруг трубы часто делают из естественной гравийно-песчаной смеси.

В настоящее время большое распространение получил способ строительства закрытого дренажа в неустойчивых грунтах путем временной отрывки осушителя и укладки в его откосе дренажных труб. Открытая дрена осушает грунт в откосе, после чего в нем вручную прокладывают «полку» и устраивают на ней закрытую дрену из асбестоцементных, керамических или полиэтиленовых труб длиной 3—6 м и внутренним диаметром 14—30 см. Трубы обсыпают круговым фильтром.

Работы по способу «полки» делятся на 3 этапа: сначала одноковшовый экскаватор отрывает глубокую дрену с пологими откосами (1 : 1; 1 : 2) с превышением глубины (против проектной) до 1 м, чтобы понизить уровень грунтовых вод относительно отметки дна. Затем в одном из откосов устраивается «полка» шириной 0,8—1,2 м, на которую укладываются фильтрующая подсыпка, трубы и производится их круговая обсыпка фильтрующим материалом. Засыпаются дрены грунтом с помощью бульдозера.

Основные недостатки этого способа — выполнение большинства операций по укладке дрены вручную и большой объем земляных работ (18—25 м³ на 1 пог. м дрены). Кроме того, из-за оплывания откосов осушителя затрудняется укладка дренажных труб. В результате стоимость строительства получается высокой, а производительность низкой.

Существует еще один способ строительства закрытого дренажа в неустойчивых грунтах, основанный на предварительном понижении уровня грунтовых вод. Предварительное водопонижение осуществляется или путем отрывки временных перехватывающих «отсечных» дрен, или с помощью иглофильтров. «Отсечные» дрены распространения не получили из-за высокой трудоемкости работ и слабой устойчивости самих дрен.

Иглофильтровые установки типа ЛИУ-2 имеют по 24 иглофильтра (рис. 13). После планировки трассы дрен линию иглофильтров, располагаемых друг от друга на расстоянии 2,25 м, устанавливают с левой стороны по ходу дреноукладчика на расстоянии 2 м от оси дре-

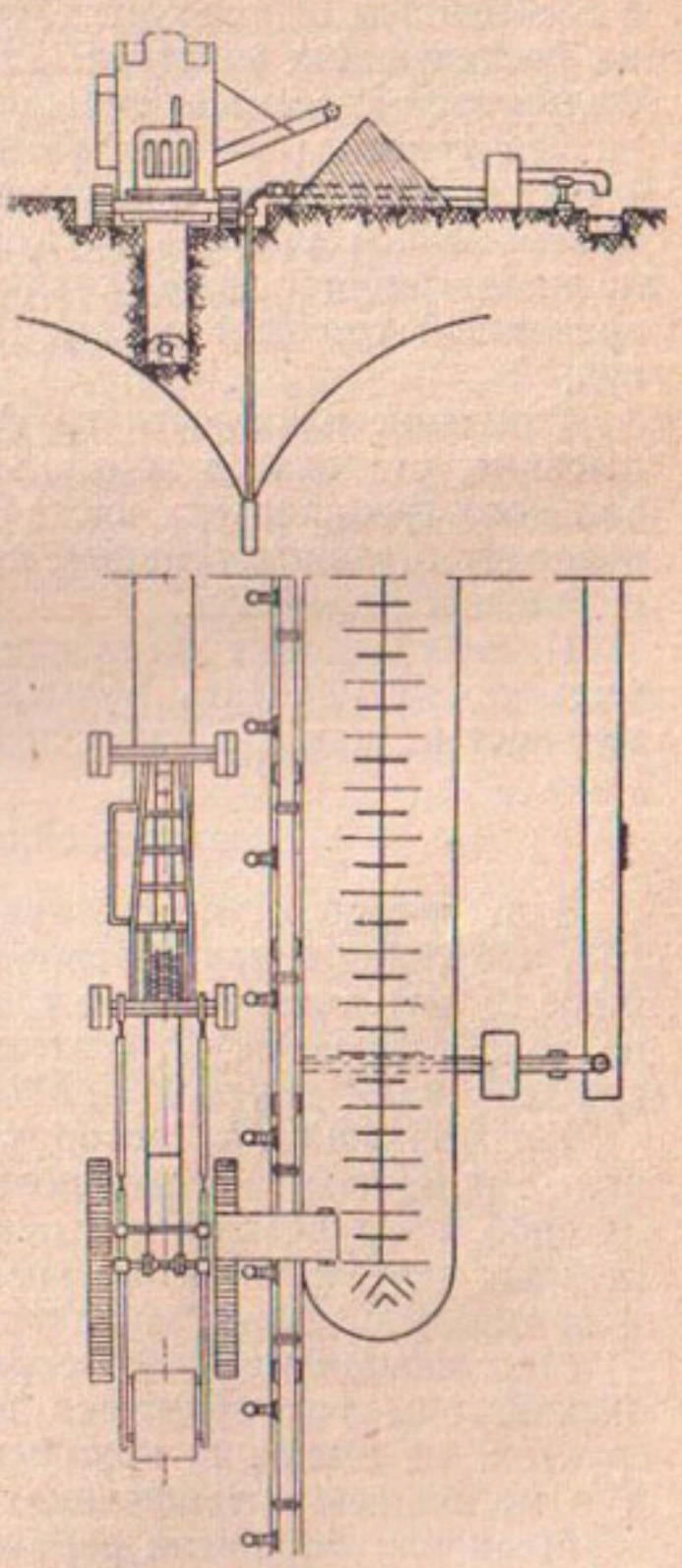


Рис. 13. Схема устройства дренажа с предварительным водопонижением с помощью иглофильтров

ны. Длину участков водопонижения по трассе выбирают с учетом выработки дреноукладчика и возможностей иглофильтровой установки.

Установка иглофильтров на глубину 6—7 м на первом участке осуществляется подмывом, для чего используется вода из оросительной сети. Откачиваемая вода в дальнейшем используется для установки иглофильтров на последующих участках. За 12 часов работы иглофильтровая установка снижает уровень грунтовых вод на оси трассы (при коэффициенте фильтрации грунта 1 м/сутки) на 0,4 м в сравнении с проектной глубиной дрены. Такой уровень грунтовых вод поддерживается до конца работы дреноукладчика. При этом сечение дренажной траншеи не вскрывает уровень грунтовых вод.

Снижение влажности грунта предотвращает его оплывание, становится нормальной работа ковшей и отвального транспортера экскаватора. Это позволяет экскаватору отрывать траншею необходимой глубины и определенного профиля.

Иглофильтровые установки дают возможность дреноукладчикам работать примерно с той же производительностью, как и в устойчивых грунтах.

Узкотраншейный способ

Этот способ строительства дренажа заключается в том, что укладка труб проводится в узкую траншею (не шире 25 см) одновременно с ее отрытием. Дно траншеи не дорабатывается. При этом способе значительно сокращен объем земляных работ.

Узкотраншейный способ строительства осуществляется с помощью многоковшовых узкотраншейных экскаваторов, оборудованных цепными скребковыми или баровыми, роторными и шнековыми рабочими органами, и применяется для прокладки регулирующей сети.

Многоковшовые или скребковые узкотраншейные экскаваторы рекомендуется применять в минеральных грунтах, не имеющих крупных каменистых включений, и в малопнистых торфяниках. Машины со шнеко-фрезерными или баровыми рабочими органами применяются только в торфяниках (с пнистостью до 2%).

Работы по узкотраншейному способу осуществляются с применением тех же схем, что и при строительстве

дренажа траншейным многоковшовым экскаватором. Работу машины начинают от открытого коллектора, заглубляя рабочий орган в откос на необходимую глубину или от закрытого коллектора с предварительным отрытием заходного шурфа. Уклон дрен выдерживается по визирам или с помощью копирного троса.

Керамические дренажные трубы подает оператор в спускной лоток из кассет и контейнеров вручную или с помощью специальных приспособлений, механизирующих процесс их укладки.

Пластмассовые дренажные трубы укладываются сменными трубоукладчиками. Бухта готовых труб должна обязательно перематываться. При укладке готовых пластмассовых дрен механизмами, не имеющими устройств для обмотки труб защитным материалом непосредственно в процессе строительства, необходимо предусмотреть их предварительную обмотку.

При строительстве пластмассового дренажа машинами, имеющими в качестве рабочих органов шнек-фрезы или баровые цепи, из технологии работ исключаются операции по присыпке трубы гумусным грунтом и засыпке щели. В конструкциях таких машин должны быть предусмотрены устройства и механизмы для придания уклона, закрытия щели непосредственно над трубой и ее заделки на поверхности.

Работы по строительству начинают с отрывки заходного шурфа от коллектора и установки направляющего троса или визиров. Вслед за заправкой трубы или ленты в спускную трубу или трубоформователь трубоукладчик заводят на шурф и опускают на необходимую глубину. После заякоривания труб идет прокладка пластмассовой дрены одновременно с движением агрегата. Затем проводится устройство сопряжения дрен осушителей с коллектором, присыпка места сопряжения гумусным грунтом и засыпка заходного шурфа. Контроль за качеством укладки дрен по заданному уклону трубы осуществляется нивелировкой с помощью щупа, устанавливаемого через каждые 2 м.

При узкотраншейном способе строительства дренажа в большей степени, чем при траншейном, уделяется внимание механизации укладки дренажных труб и фильтрующих материалов. Это объясняется затрудненностью доступа в траншею и невозможностью проводить руч-

ные операции по качественной стыковке труб и обкладке их фильтром.

До настоящего времени укладка керамических труб механизирована недостаточно из-за их хрупкости, большого веса и значительных отклонений от номинальных размеров.

Укладка керамических труб вручную является наиболее распространенным приемом. Рабочий, находящийся вне траншеи, с помощью крюка берет трубу, лежащую рядом с траншеей, и укладывает ее встык с ранее уложенными на дно траншеи. Плотность укладки достигается постукиванием крюком в торец трубы и поворотом последней, что требует определенного профессионального навыка. Ширина траншеи при таком способе работ может быть лишь немного больше внешнего диаметра трубы.

Для механизированной укладки керамических труб служат различные трубоукладчики, которые могут проводить свободную (без принудительного торцового поджима) укладку труб при подаче их вручную, принудительную укладку труб также при подаче их вручную и принудительную укладку труб при их механизированной подаче.

Трубоукладчики со свободной укладкой труб и подачей их вручную получили наибольшее распространение. К ним относится спускной желоб.

Недостатком трубоукладчиков со свободной и принудительной укладкой труб является необходимость подачи последних вручную в темпе, соответствующем поступательной скорости машины. Чтобы несколько облегчить эту работу, трубоукладчику придают емкость-платформу (или бункер), запас труб в которой периодически пополняется.

Трубоукладчики с механизированной подачей труб и принудительной укладкой позволяют еще больше уменьшить трудоемкость этой операции. Трубы на дно траншеи подаются по спускному желобу, цепным или роторным транспортером. Торцовое поджатие труб осуществляется фрикционным роликом, гидроцилиндром, цепным или рычажным толкателем. Для укладки коротких керамических труб чаще всего используется наиболее простой спускной желоб в сочетании с дополнительными механизмами подачи и укладки. Из-за малой емкости

полки для труб (магазина) запас труб надо часто пополнять. Вместительность магазина можно увеличить, сделав в нем много полок или расположив их спирально.

Анализ существующих конструкций и условий их применения показывает, что механизмы для укладки керамических труб должны базироваться на траншеекопателе; осуществлять принудительное торцовое поджатие труб; иметь магазин для запаса труб с автоматической подачей их в укладывающий механизм; работать синхронно с траншеекопателем во всем диапазоне скоростей; быть совместимыми с применяемыми способами доставки труб; быть легкими, дешевыми, прочными, надежными и удобными в изготовлении, установке и эксплуатации.

Хотя по объему строительства дренаж из полимерных материалов сильно уступает дренажу из керамических труб, механизация его укладки благодаря своей простоте и эффективности достигла уже высокого уровня. Применение пластмассовых труб позволяет снизить трудоемкость работ на укладке в 2—3 раза, значительно повысить производительность механизмов и уменьшить транспортные расходы.

Однако пластмассовые трубы в траншее с водой могут всплывать, при низких температурах они становятся хрупкими, у них высокий коэффициент теплового расширения.

Приспособления для прокладки пластмассовых дрен, формируемых из ленты, включают бобину с лентой, трубоформующий аппарат, лентопроводящий и трубопроводящий тракты. По расположению трубоформователя различают приспособления с верхним и нижним формированием трубы. Первое приспособление выполняет продольно-свертные и спирально-свертные трубы, второе — только продольно-свертные. Несмотря на определенные удобства верхнего формирования (неограниченные габариты трубоформователя, возможность наблюдения за ним), его применение усложняется трудностью изгиба тонкостенной трубы при ее опускании на дно щели, а также необходимостью иметь достаточно широкую щель.

Чтобы повысить эластичность ленты, ее иногда подогревают выхлопными газами двигателя во время прохождения через лентопроводящий тракт и трубоформо-

ватель. Сопротивление ленты при протаскивании через трубоформователь снижается, если последний сделан из вальцов. Трубоформователь может крепиться к ножу жестко или на шарнире.

Для повышения упругости пластмассовой ленты и сохранения формы трубы края ленты соединяют швом-перфорацией внахлестку или молнией.

Шов-перфорация выполняется в 2—4 строчки с помощью дополнительного устройства к трубоформователю, состоящего из специальной звездочки и матрицы.

Для соединения «молнией» используется лента с фигурной краевой высечкой (вырезами и выступами). Лента, проходя через специальный трубоформующий аппарат, сворачивается выступами внутрь, и последние благодаря упругости соединяются, образуя шов «молния».

Оба вида соединений имеют свои достоинства и недостатки. Первый требует дополнительного приспособления с подвижными изнашивающимися частями, но позволяет использовать простую ленту с ровными кромками. Скорость сшивки — до 600—800 м/час. Второй, используя простой и надежный трубоформователь со скоростью сшивки до 1000 м/час. и более, требует специальной, достаточно тщательно подготовленной ленты.

На орошаемых землях дренаж из пластмассовой пленки неприменим, вследствие недостаточной жесткости формуемой трубы.

Бестраншейный способ

Бестраншейный способ строительства дренажа заключается в том, что отрываются узкие щели, на дно которых укладываются трубы. В этом способе отрывка и укладка представляют собой единый технологический процесс.

Основное преимущество бестраншейного способа строительства перед существующими заключается в простой конструкции агрегата, в возможности отрывки щели на больших скоростях, исчисляемых сотнями метров и даже километрами в час с одновременной укладкой труб в любых (в том числе и оплывающих) грунтах. В качестве материалов дрены здесь целесообразнее использовать гибкие пластмассовые трубы с синтетическим фильтром.

Бестраншейными дренажными машинами рекомендуется закладывать только дрены-осушители. Работать машины начинают от открытого коллектора, заглубляя рабочий орган в откос на необходимую глубину или от закрытого коллектора с предварительным отрытием шурфа для заглубления рабочего органа.

В зонах избыточного увлажнения трассы дрен проходят предварительно кротователем, чтобы выяснить наличие на трассе препятствий, не преодолимых для машин. В случае их обнаружения трасса дрены смещается в ту или иную сторону.

Уклон дрены выдерживается или по визиркам, или с помощью направляющего троса.

Керамические трубы подаются на дно щели по закрытому желобу из контейнеров вручную или с помощью специальных механизмов.

Строительство пластмассового дренажа бестраншейным способом проводится из готовых труб или же из труб, формируемых из ленты-пленки с помощью специального трубоформователя в процессе укладки. Этим способом дренаж можно строить только в тех грунтах, где не требуется защиты трубы фильтром, так как совместить обмотку трубы фильтрующим материалом с ее формированием практически невозможно.

Работы по строительству дренажа бестраншейным способом протекают при следующей последовательности операций: отрывка заходного шурфа размером 50—120 см по направлению оси дрены; установка направляющего троса или визирок; заправка ленты в плоский спускной кожух трубоформователя; заезд машины на шурф и опускание рабочего органа дреноукладчика на проектную глубину дрены; заякоривание трубы; прокладка труб при движении агрегата; устройство сопряжения дрены осушителя с коллектором; присыпка сопряжения гумусным грунтом и засыпка шурфа.

Исследованиями ВНИИГиМа установлена техническая возможность и экономическая эффективность бестраншейного способа строительства закрытого дренажа и на орошаемых землях. Разработаны также конструкции соответствующих землеройных и трубоукладывающих рабочих органов, позволяющих применять пластмассовые трубы с синтетическими фильтрами, что суще-

ственно снижает стоимость строительства закрытого дренажа.

Экспериментальными работами в Голодной степи установлена возможность отрывки щели глубиной 2,5 м. Потребное тяговое усилие при такой глубине отрываемой щели колеблется от 22 до 32 т в зависимости от плотности, влажности и степени засоления почвогрунтов.

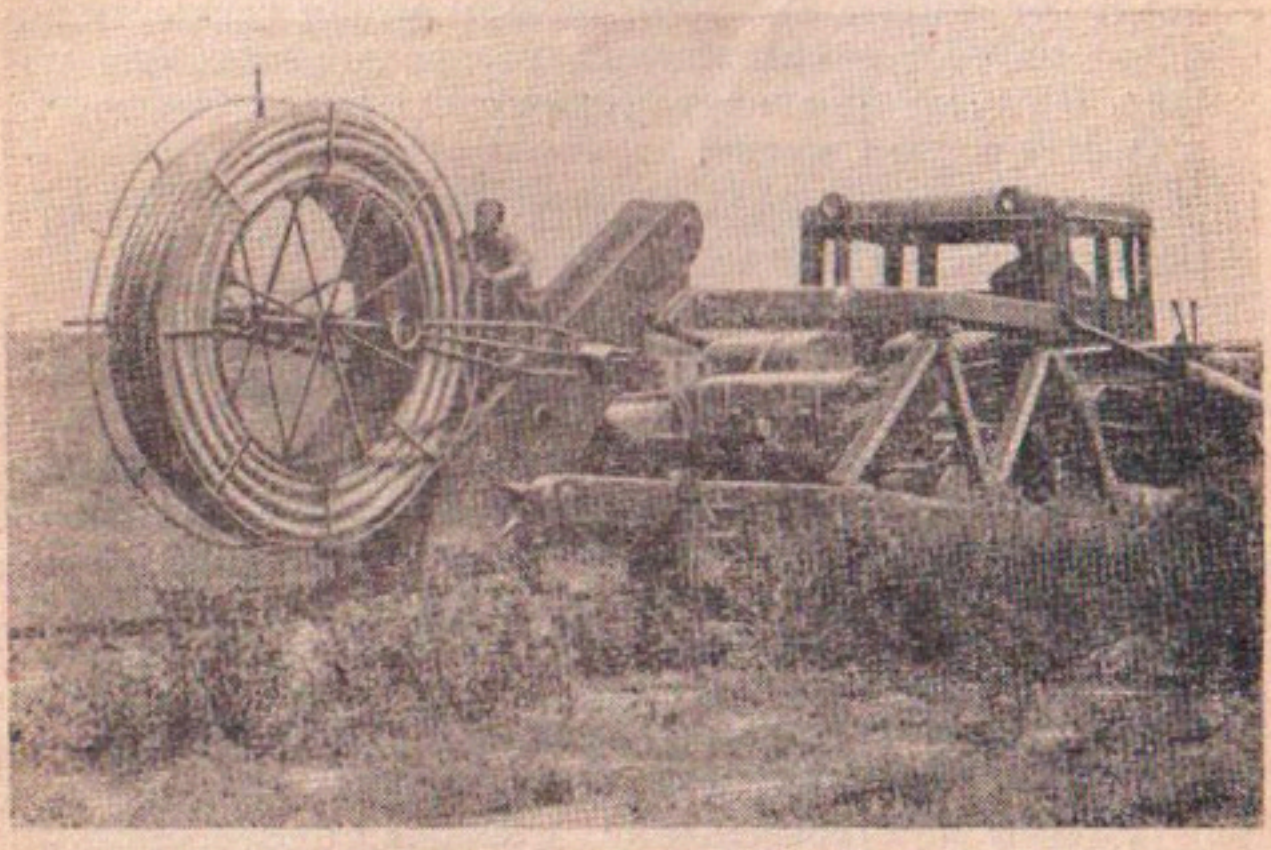


Рис. 14. Дренажная машина БДМ-300 в работе

Землеройный рабочий орган самоуравновешивающейся формы, выполненный в виде ножа-стойки, внутри которого смонтирован направляющий желоб для укладки пластмассовых труб, имеет следующие параметры: в зоне скалывания — угол резания $\alpha=36°$, угол заострения $\beta=180°$, ширину 200 мм; в зоне уплотнения — угол резания $\lambda=110°$, угол заострения $\delta=60°$, ширину 200 мм. Геометрическая глубина зоны скалывания равна 1,8 м при общей глубине отрываемой щели 2,5 м. Глубина зоны уплотнения 0,7 м.

Дренажная машина БДМ-300 (рис. 14), предназначенная для укладки гибких пластмассовых труб диаметром до 100 мм с синтетическим фильтром на глубину до 2,5—3 м, представляет собой навесной агрегат. Пассивный рабочий орган ее отрывает щель и по желобу укладывает гибкие пластмассовые трубы. В качестве базо-

вой машины использован трактор ДЭТ-250 с измененной электротрансмиссией, позволяющей при незначительных переделках получить тяговое усилие в 26 т при скорости движения 1000 м/час. В БДМ-300 отсутствует механизм придания дрене заданного уклона, она работает по заранее спланированной поверхности.

Широкому применению бестраншейного способа строительства дренажа препятствует большое тяговое сопротивление ножа при отрывании щели глубиной 3 м.

Работы по преодолению этого препятствия ведутся как по пути улучшения тяговых свойств базовой машины, так и по пути снижения тягового сопротивления пассивного рабочего органа путем совершенства его форм и параметров. Не исключается вероятность использования канатной тяги. К настоящему времени имеются мобильные лебедки с тяговым усилием до 60 т при скорости движения троса 900 м/час. При длине дрены 400—500 м они обеспечивают укладку труб с одной стоянки.

Технико-экономическая оценка способов строительства закрытого дренажа

В зоне избыточного увлажнения в связи с созданием более густой осушительной сети (за 3 года протяженность закрытой сети в расчете на гектар увеличилась на 63 м) и внедрением более надежных и долговечных сооружений осушительных систем стоимость мелиоративных работ повысилась. Так, в Ленинградской области к настоящему времени стоимость осушительных работ в среднем возросла на 66% по сравнению с 1963 г. Это удорожание произошло главным образом из-за роста затрат на строительство закрытой регулирующей сети (44% всех затрат).

Наряду с задачей повышения эксплуатационной надежности отдельных элементов осушительной сети нельзя не думать о снижении затрат на строительство закрытого дренажа. Основным резервом снижения стоимости осушительных работ и экономии затрат труда является механизация всех процессов по закладке дрен.

В настоящее время механизированы только земляные работы, укладка же труб выполняется вручную, что сдерживает темпы строительства. Производительность

работ при траншейном способе укладки из-за ручной стыковки труб не превышает 90 пог. м/час.

Применение рулонных материалов в качестве фильтра позволяет снизить требования к зазору между трубами и повысить уровень механизации укладки, а также уменьшить ширину траншеи. Все это положительно отражается на стоимости работ и повышении производительности. Поэтому в сравнительно легких грунтах без каменистых включений следует шире внедрять узкотраншейный способ строительства.

Большие перспективы имеет и бестраншейная укладка труб, несмотря на то, что в практике она применяется еще очень мало. Здесь представляется возможным механизировать все операции по укладке дренажа, уменьшить объем земляных работ и снизить стоимость строительства. Все это значительно повысит темпы строительства закрытого дренажа.

Работы по строительству закрытого дренажа на орошаемых землях на основе существующих способов требуют больших затрат труда и средств. Чтобы отыскать пути снижения стоимости строительства, определим (на примере работ в районах Средней Азии и Азербайджана), какой процент от общих затрат составляет та или иная операция.

Стоимость строительства закрытого дренажа с помощью дреноукладчика Д-301 складывается из следующих затрат (в %) на:

устройство корыта 3,3
укладку дренажа 68,4

в том числе:

разработку траншеи экскаватором ЭТУ-354 2,2
укладку труб, включая материалы 31,5
устройство фильтра, включая материалы 34,7
монтаж сооружений 14,8

в том числе:

монтаж колодцев 8,1
монтаж устьев 6,7
обратную засыпку 2,8

в том числе:

засыпку корыта 1,8
засыпку траншей 1,0
уплотнение траншеи 10,7

Как видно, основной резерв снижения стоимости строительства дренажа с помощью дреноукладчика Д-301 заключается в снижении стоимости укладки (главным образом за счет снижения стоимости труб и фильтра).

Керамические дренажные трубы, которые широко применяются в настоящее время, следует заменять более дешевыми трубами из сульфатостойких бетонов.

Основное внимание следует обратить на фильтрационную засыпку. Снизить ее стоимость можно, уменьшив объем фильтра и отыскав новые, более дешевые материалы. Так, например, сейчас размер фильтрационной засыпки с боков трубы определяется шириной траншеи, равной 0,6 м. При укладке труб диаметром 150 мм ширину траншеи можно уменьшить до 0,5 м без ущерба для нормальной работы дренажной сети. При этом расход фильтра сократится на 20%, что снизит стоимость строительства на 6,9%. За счет сужения траншеи снижается стоимость ее разработки на 0,4% и засыпки — на 0,2%. Таким образом, затраты на строительство уменьшаются на 7,5%.

Перспективным для данного способа следует считать применение труб с пористыми стенками. В этом случае можно исключить песчано-гравийную обсыпку и за счет этого сократить затраты на 30% и более. Стоимость таких труб близка стоимости керамических.

Анализ конструкций и стоимости строительства железобетонных контрольно-смотровых колодцев показывает, что из-за малой эксплуатационной потребности в колодцах их количество можно сократить в 1,5—2 раза, а конструкцию упростить. Вместо колодца из железобетонных колец можно, например, устанавливать асбестоцементную трубу большого диаметра. Внедрение в практику строительства таких колодцев позволит уменьшить затраты на их строительство на 5—6%.

Если бы дреноукладчики были оборудованы системами автоматического выдерживания уклона, то можно было бы сократить объем земляных работ по отрывке корыта, а стоимость строительства уменьшить на 5%. Нужна машина, снабженная гидросистемой, которая в совокупности с датчиком (например, натянутой под заданный уклон проволокой) могла бы обеспечить требуе-

мую точность укладки, какую обеспечивает в зоне осушения дреноукладчик ЭТН-171 или ЭТЦ-202.

При этом нужно иметь в виду, что такое решение вопроса потребует разработки устройства, контролирующего качество укладки труб. Желательно, чтобы результаты такой проверки отражались в каком-нибудь документе, который бы прилагался к паспорту дрены, как сейчас прилагаются результаты нивелировки дна корыта.

Особо следует остановиться на вопросе выбора длины дрены как факторе, сильно влияющем на объем земляных работ при отрывке корыта и вообще на производство работ (табл. 8).

Таблица 8

Объем ($м^3$) земляных работ при различной длине дрен

Длина дрены (м)	250	500	1000	2000
Разработка траншеи . . .	450	900	1800	3600
Разработка корыта . . .	210	940	4500	24000

При строительстве дренажа с уклоном дрены 0,002 на горизонтальной исходной поверхности максимальная глубина срезки сильно зависит от длины дрены (табл. 9).

Таблица 9

Зависимость глубины срезки от длины дрены

Длина дрены (м)	250	500	750	1000	2000
Глубина максимальной срезки (м)	0,5	1,0	1,5	2,0	4,0

Приведенные данные говорят о том, что при таком производстве работ длина дрены должна быть не более 500 м. Тогда глубина заложения дрены в устье будет 3,5 м, а в истоке — 2,5 м, что является приемлемым для выполнения работ с помощью серийно выпускаемых дреноукладчиков.

Таким образом, технико-экономический анализ строительства дренажа с использованием дреноукладчика Д-301 показывает, что имеется реальная возможность снизить затраты на 40—45%.

Стоимость строительства 1000 пог. м дрены в оплывающих грунтах методом «полки» на 36% больше стоимости строительства с использованием дреноукладчика Д-301. Удорожание, в первую очередь, вызвано большим удельным весом ручных работ по устройству «полки», укладке труб, фильтра.

Расчеты показывают, что механизация этих операций позволит снизить стоимость строительства на 6—7%.

Разработка пионерной траншеи для понижения уровня грунтовых вод при данном способе неизбежна. А исключив эту операцию, применив другие способы водопонижения или новые дреноукладчики, способные работать в оплывающих грунтах, можно сократить стоимость строительства на 30%.

Облегчение конструкции колодцев и уменьшение их числа также приведет к снижению затрат на строительство на 3—4%.

Строительство дренажа в грунтах с высокой фильтрационной способностью (коэффициент фильтрации 3—5 м/сутки), предварительное водопонижение которых осуществляется с помощью иглофильтров (водопонизительной установки ЛИУ-2), обходится примерно в 11 руб. за 1 пог. м. При этом на водопонижение приходится 28% стоимости работ. Строительство дренажа по этому способу дешевле по сравнению со строительством по методу «полки» на 20%, но применяется он только в Туркменской ССР.

Проблему комплексной механизации строительства дренажа в оплывающих грунтах с низким коэффициентом фильтрации можно решить только на основе применения другого, более прогрессивного способа, которым может явиться бестраншейный способ.

Строительство закрытого дренажа бестраншейным способом с использованием дреноукладчика БДМ-300 при отсутствии механизма придания заданного уклона требует устройства более глубокого (на 0,8 м) корыта по сравнению с тем, которое выполняется при укладке дрен дреноукладчиком Д-301. Объем земляных работ на 1000 пог. м дрены составит 2880 м³ при ширине корыта по дну 3 м и коэффициенте заложения откосов 0,75. На выполнение этой операции расходуется 320 руб., или 14,8% от общей стоимости работ.

Укладка полиэтиленовых гофрированных труб с условным диаметром 70 мм, обмотанных синтетическим фильтром, будет стоить 1275 руб., или 58,9%. Затраты на выполнение этой операции складываются из многих элементов. На укладку 1000 пог. м дрены требуется 0,36 машино-смены, что в стоимостном выражении равняется 22 руб., из которых на зарплату трактористу приходится 2 руб.

Стоимость гофрированных полиэтиленовых труб в рабочей части дрены длиной 990 м (с коэффициентом запаса 1,2) равна 495 руб. Стоимость фильтра из стеклоткани равна 488 руб. (требуется 130 кг по 3,75 руб. за 1 кг).

В стоимость укладки труб включены затраты на эксплуатацию станка, производящего намотку фильтра на трубы на приобъектном складе. Они составят (с учетом зарплаты 2 человек) 45 руб. Производительность станка равна 350—400 м/час. Учтены также затраты на доставку катушек с трубами со склада к дреноукладчику машиной грузоподъемностью 2,5 т и погрузочно-разгрузочные работы по доставке труб к дреноукладчику. На это требуется 6 руб. Следует отметить, что составляющие затраты стоимости укладки труб даны без учета накладных расходов и плановых накоплений. На устройство двух устьев длиной по 15 м (по одному на каждой дрене) требуется 159 руб., или 7,1%.

На пластмассовой дрене затраты на строительство колодца невелики, так как весь колодец представляет собой метровую керамическую раструбную трубу, погруженную в грунт на 0,5 м. Дно трубы, в которую входит пластмассовая дрена, бетонируется. Сверху колодец закрывают сеткой. Затраты на два колодца составят 25 руб., или 1,1%.

На замочку дрены требуется 211 руб., или 9,7%, а на обратную засыпку корыта 181 руб., или 8,4%.

Таким образом, стоимость 1 пог. м строительства закрытой пластмассовой дрены с помощью дреноукладчика БДМ-300 равна 2,23 руб. Это в 4 раза меньше стоимости строительства дренажа с помощью дреноукладчика Д-301 и в 6 раз меньше стоимости строительства по методу «полки».

Реальная возможность снижения стоимости строительства закрытого дренажа с помощью БДМ-300 за-

ключается в уменьшении глубины корыта. Но для этого глубину отрываемой щели нужно увеличить до 3—3,5 м. Тогда уменьшится объем земляных работ по разработке корыта и его засыпке, что даст снижение стоимости строительства на 15%. Стоимость укладки 1 пог. м будет составлять 1,88 руб. при существующей стоимости материалов.

Следует добавить, что с установкой на машине механизма придания заданного уклона можно будет вообще избежать операции по разработке и планировке корыта и уменьшить затраты на 23%. При этом длина дрены при максимальной глубине отрываемой щели в 2,5 м должна быть не более 250 м при уклоне дрены 0,002. Глубина дрены в устье будет 2,5 м, а в истоке 2,0 м. Увеличение длины дрены при данных параметрах вызовет больший перепад глубин.

Экономическое сравнение рассмотренных способов строительства только по стоимости 1 пог. м дрены не дает полного представления об эффективности того или иного способа ввиду различных конструкций дрен и расстояний между ними. Более полную картину можно получить при сравнении затрат на строительство 1 га осушаемой площади.

В связи с тем, что не все способы строительства можно использовать в одинаковых условиях, сравнение нужно проводить для осушения разнородных грунтов. Поэтому параметры дрен будут отличаться. Так, расстояние между дренами, уложенными дреноукладчиком Д-301 и по методу «полки», равно 150 м, или 67 пог. м на гектар (средние данные по Голодной степи), а с предварительным водопонижением с помощью иглофильтров — 500 м, то есть 20 пог. м на гектар (средние данные по системам Туркменской ССР). Расчетным путем по критическому диаметру установлено, что дренажную систему, аналогичную строящимся в Голодной степи, можно заменить на систему из пластмассовых труб диаметром 70 мм с синтетическим фильтром. При этом междренное расстояние должно быть не более 45 м, или 222 пог. м на 1 га.

Расчеты показывают, что дренажную систему из керамических труб с естественным фильтром, аналогичную строящимся в Туркменской ССР, можно заменить на систему из пластмассовых труб диаметром 70 мм с

синтетическим фильтром и междренным расстоянием 90 м, или 111 пог. м на 1 га.

Зная удельную протяженность дрен и стоимость строительства закрытого дренажа, уложенного различными способами, можно определить затраты на дренирование площади в 1 га и сравнить их между собой (табл. 10).

Таблица 10

Основные показатели по строительству закрытого дренажа различными способами

Способ строительства	Расстояние между дренами (м)	Удельная протяженность (пог. м)	Стоимость 1 пог. м (руб.)	Производительность $\left(\frac{\text{пог. м}}{\text{смену}}\right)$	Срок строительства на 1 га (дней)	Стоимость 1 га осушенной площади (руб.)
Грунты с низким коэффициентом фильтрации						
Комплексно-механизированный способ строительства	150	67	8,82	70	0,96	591
Метод „полки"	150	67	13,8	50	1,34	919
Бестраншейный способ строительства пластмассового дренажа . .	45	222	2,23	2780	0,08	495
Грунты с высокими фильтрационными свойствами						
Комплексно-механизированный способ с предварительным водопонижением иглофильтрами . .	500	20	11,0	70	0,28	219
Бестраншейный способ строительства пластмассового дренажа . .	90	111	2,23	2780	0,04	248

Несмотря на большую густоту закладки пластмассовых дрен в грунтах с низким коэффициентом фильтрации, стоимость осушения 1 га земель бестраншейным способом меньше других, при этом сроки строительства резко сокращаются за счет более высокой производительности дреноукладчика.

Стоимость строительства 1 га пластмассового дренажа, уложенного бестраншейным способом в грунтах с высоким коэффициентом фильтрации, выше керамического, уложенного комплексно-механизированным способом с предварительным водопонижением, на 28 руб., или на 11%. Однако сокращение сроков строительства дренажа в 7 раз за счет высокой производительности работ ведет к более быстрому освоению земель.

Увеличение производительности, обеспечиваемое применением бестраншейного способа строительства, хорошо согласуется с перспективными планами развития мелиоративных работ в стране.

В заключение следует отметить, что приведенная технико-экономическая оценка способов строительства дренажа на осушаемых и орошаемых землях позволила выявить резервы для каждого отдельного способа строительства и наметить пути их реализации.

МАШИНЫ, МЕХАНИЗМЫ И ОРУДИЯ ДЛЯ СТРОИТЕЛЬСТВА ЗАКРЫТОГО ДРЕНАЖА

Траншейные дреноукладчики

При строительстве дренажа траншейным способом используют плужные канавокопатели и экскаваторы. Плужные траншеекопатели, применяемые в зоне осушения, бывают одно- и двухотвальные, навесные и прицепные. Эти орудия являются, как правило, однопроходными и рассчитаны на мощные тяговые средства.

Плужные канавокопатели ЛКА-2М и КМ-1400 на тяге 2—3 тракторов Т-100 в минеральных грунтах прокладывают канаву глубиной до 0,8 м. Ее приходится доуглублять вручную, на что требуется 20—30 человек. Чтобы облегчить доработку траншеи, к канавокопателю прицепляют сзади доуглубитель-рыхлитель. В Литовской ССР, где около 30% дренажа укладывается за канавокопателями, применяют удлиненные лемеха, позволяющие довести глубину до 1,0—1,1 м.

Наряду с канавокопателями общего назначения известны специальные дренажные траншеекопатели: КМ-1400М, РД-1, роющие более глубокие и узкие тран-

шеи, имеющие регулировку глубины копания и приспособления для укладки труб.

С увеличением глубины копания энергоемкость плужных траншеекопателей резко возрастает, а производительность падает. Поэтому плужные траншеекопатели целесообразно использовать в первую очередь для устройства мелкого дренажа, а для более глубокого — применять или комбинированные рабочие органы, в которых затраты энергии на подъем грунта и деформацию пласта меньше, или машины с активными рабочими органами.

Достоинства плужных траншеекопателей — высокая рабочая скорость (1—2 км в 1 час), простота и надежность в работе. Недостатки — высокое тяговое сопротивление, большой объем земляных работ (до 0,8 м³ на 1 м дрены), ограниченная глубина копания. И только на грунтах без крупных камней и древесины высокая трудоемкость доделочных работ. Неудобства, кроме того, возникают из-за частых заездов канавокопателей на дрену и заглубления (особенно у открытых водоприемников), а также из-за образования кавальеров по обе стороны проложенной траншеи.

Дренажные плуги работают с приводом транспортера от ходового колеса или от вала отбора мощности (ВОМ) трактора. В благоприятных условиях (связные однородные грунты без камней) производительность их достигает 500 м в смену.

Одноковшовый экскаватор отрывает прямоугольные траншеи для укладки труб на дно или трапецеидальные — для укладки на откос (полку). Объем вынутого грунта при этом достигает 1,5 м³ на 1 пог. м.

Для сравнительно узких дренажных траншей применяют самоходные и навесные экскаваторы (объем ковша 0,15—0,3 м³) с гидравлическим и канатным приводом.

Одноковшовые экскаваторы снабжены автоматической принудительной очисткой, осуществляемой поворотом заслонки, выбрасывающей грунт из ковша в положении выгрузки. Заслонка приводится в действие отдельным гидроцилиндром, а возвращается в исходное положение при опускании ковша. В Эстонии применяются одноковшовые экскаваторы с жестким приводом

заслонки. В 1966 г. ими было заложено около 25% (2966 км) дрен.

Выработка одноковшовых экскаваторов на строительстве дренажа в средних грунтовых условиях при глубине траншеи 0,8—1,0 м и при укладке керамических труб вручную звеном из 3—4 человек составляет 30—40 м/час. При этом выработка экскаватора определяется в большой степени не технической производительностью машины, а объемом и темпом последующих работ, выполняемых вручную.



Рис. 15. Дренажный экскаватор ЭТЦ-202

Для укладки дренажа в зоне осушения предназначен дренажный экскаватор ЭТЦ-202 с двигателем мощностью 55 л. с. (рис. 15). Он отрывает траншеи шириной 0,5 м и глубиной до 2 м в торфяниках и минеральных грунтах с содержанием камней диаметром менее 35 см.

Экскаватор состоит из шасси, включающего раму, ходовую часть, двигатель, трансмиссию, пилон, транспортер, органы управления, и рабочего органа с приспособлением для укладки труб, системы поддержания глубины и электросистемы. Рама экскаватора, на которой установлены двигатель, коробка скоростей и дру-

гие узлы машины, сварная, опирается на полуподвесную ходовую часть, состоящую из двух качающихся многоопорных гусеничных тележек.

Привод хода машины бесступенчатый, гидравлический, что позволяет иметь рабочую скорость передвижения в пределах 15—400 м/час, а транспортную — 1,1—4,4 км/час.

Транспортер, установленный на пилоне, — ленточный, дуговой, имеет 2 скорости. Выбрасывает грунт или вправо, или влево.

Рабочий орган состоит из рамы с направляющими и натяжными роликами, турасного вала с приводными звездочками и очистителем ковшей, двух цепей с 12 ковшами, верхней рамы с приспособлением для укладки труб и кронштейнов уклоноуказателя. Подъем и опускание рабочего органа производится двумя гидроцилиндрами, а приспособления для укладки труб, перемещающегося в дуговых двойных телескопических направляющих, — одним.

Нужная глубина копания определяется по тросику с помощью электрогидросистемы. Во время рытья траншеи рабочий орган через соответствующие гидроцилиндры опирается либо на шасси, либо на приспособление для укладки труб, а в транспортном положении рабочий орган может опираться на специальные предохранительные стойки.

Для строительства закрытых горизонтальных дрен с круговой обсыпкой их фильтром на орошаемых землях предназначен дреноукладчик типа Д-251 (рис. 16). Дреноукладчик представляет собой траншейный экскаватор ЭТУ-353 или ЭТУ-354 со специальным прицепным оборудованием, которое состоит из бездонного бункера с трубопроводом, ходовой части, подающего механизма, прицепного и подъемного устройства, отвального ленточного транспортера, а также привода передачи движения механизмам. В дреноукладчике нет механизма, обеспечивающего заданный уклон, он работает на спланированной поверхности.

В настоящее время выпускают дреноукладчики с индексами: Д-251, Д-301 и Д-351 (первые две цифры означают номинальную глубину укладки дрен в дециметрах, последняя — номер модели) мощностью около 54 л. с.

В качестве фильтра дреноукладчик отсыпает песок, гравий, их естественные смеси, щебень и другие материалы с максимальным размером в поперечнике 40 мм.

Производительность машины на укладке труб до 80 пог. м дренажа в смену, ее обслуживают 4 человека.

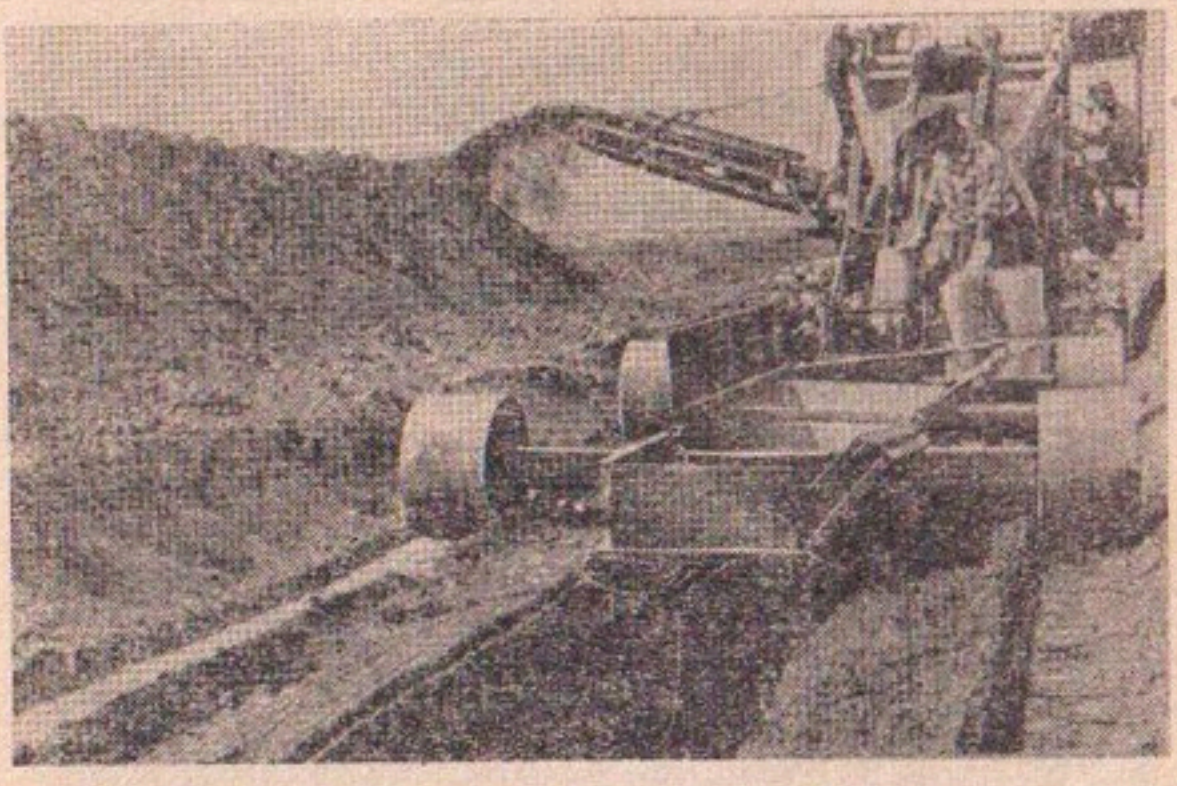


Рис. 16. Дреноукладчик типа Д-251

В Туркменском институте гидротехники и мелиорации дреноукладчик Д-251 модернизирован. Новый дреноукладчик Д-251М отличается от прежнего наличием прицепного бункера для укладки и обсыпки труб. Он может укладывать дренажные трубы длиной до 0,5 м с наружным диаметром 10—25 см, обсыпать их гравием толщиной слоя под трубой 25 см и сверху 15—20 см. Глубина укладки труб — 2,5 м, ширина дренажной траншеи — 0,9 м.

В плане бункер имеет вид трапеции с уклоном боковых стенок 0,05. Спереди бункер на длине 0,5 м имеет прямоугольную форму шириной 0,6 м. Такое выполнение передней части обусловливает предотвращение колебаний его задней части. Ширина бункера спереди равна 0,84 м, а сзади — 0,54 м.

Бункер разделен на два отсека — передний и задний. Фильтр поступает только из переднего отсека. На

перегородке с боков концевой части желоба расположены пропускные щели для фильтра, которым покрываются трубы сверху. Поступление фильтра регулируется заслонкой.

К перегородке между боковыми щелями и желобом прикреплены две вертикальные стенки, предотвращающие засыпание трубы сразу после ее укладки на гравийное основание. Участок открытых сверху труб предназначен для контроля укладки и ремонта в случае возникновения неисправностей. Сзади на боковых стенках бункера расположены два отвала для засыпки трубы сверху гравием. На задней стенке бункера имеется регулируемый планировщик. Такое устройство для полной обсыпки труб гравием позволило сократить длину бункера на 1 м (длина бункера по низу равна 3 м).

Бункер дреноукладчика жестко подвешивается на осях, расположенных спереди и сзади. Ширина ходовой части бункера увеличена на 0,7 м (равна 3,6 м), чтобы сохранить рабочее положение при обвалах. То, что бункер имеет трапецеидальную форму в продольном сечении, позволяет снизить давление грунта на его стенки при обрушивании грунта траншеи.

В ГСКБ по ирригации создан экспериментальный образец дреноукладчика, принципиальная схема которого аналогична схеме дреноукладчика типа Д-251. Однако он имеет существенные конструктивные отличия. За базу принят специальный траншеекопатель с рабочим органом в виде ковшовой цепи. Его ходовая система более мощная, в ней использованы детали и узлы трактора Т-100 и она имеет меньшее удельное давление на грунт. Двигатель имеет ту же мощность — 54 л. с. Бункер дреноукладчика навешивается на ковшовую раму, это улучшает транспортабельность машины и ее введение в забой.

Бункер разделен на три отсека. В первый и третий засыпается фильтр для круговой обсыпки дренажной трубы, а во втором находится оператор, следящий за качеством укладки труб, подаваемых на дно траншеи по желобу другим оператором, стоящим на поверхностной площадке. Дреноукладчик может укладывать те же трубы, что и Д-251, на глубину 3,5 м. Он снабжен обводным транспортером для засыпки траншеи сразу после укладки труб.

При необходимости обводной транспортер может быть отключен, и грунт с помощью бокового транспортера сбрасывается в отвал слева по ходу движения.

На машине отсутствует механизм придания заданного уклона, она работает по спланированной поверхности. Производительность машины 90 пог. м в смену, ее обслуживают 3—4 человека.

В настоящее время этот дреноукладчик проходит производственные испытания в Голодной степи.

Узкотраншейные дреноукладчики

Машины, работающие на основе узкотраншейного способа, более производительны, но способны работать лишь в сравнительно легких минеральных грунтах или в торфяниках.

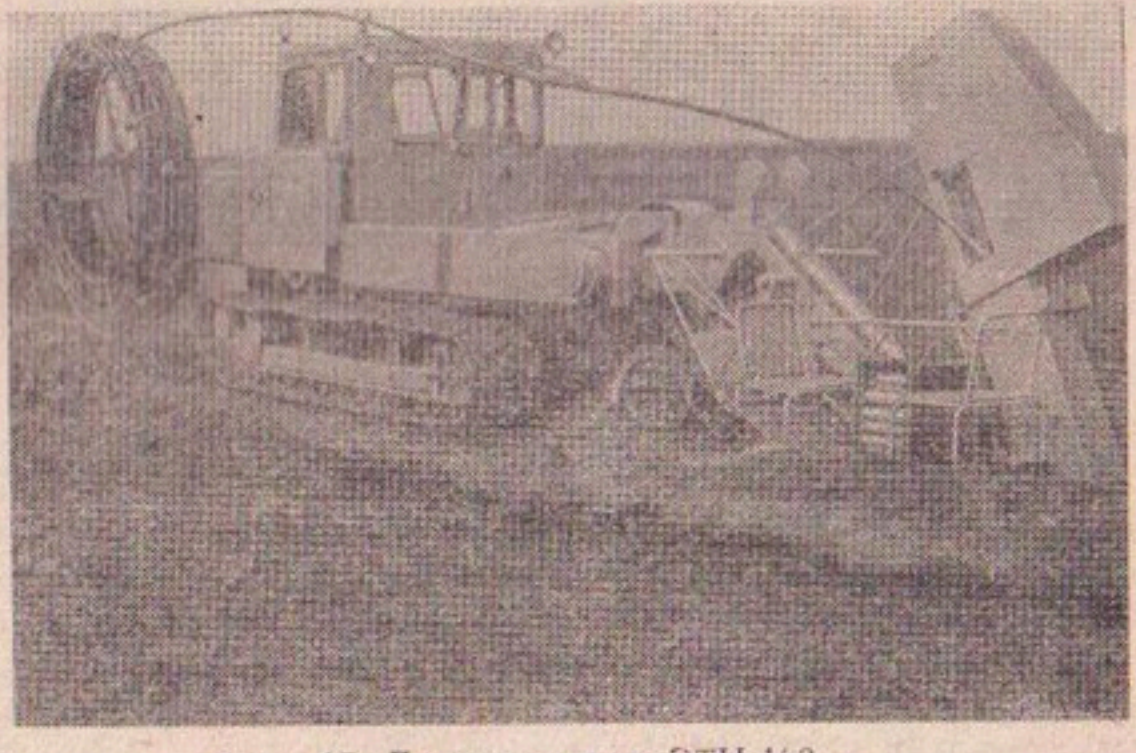


Рис. 17. Дреноукладчик ЭТЦ-163

Дренажный скребковый экскаватор ЭТЦ-163 на самоходном гусеничном шасси (рис. 17) имеет бесступенчатый гидравлический привод рабочего хода, автоматическую систему поддержания глубины по копирному тросику, приспособления для укладки керамических и пластмассовых труб, а также для защиты их рулонным синтетическим материалом от заиления. Грунт, вынутый

цепным скребковым рабочим органом, укладывается шнековым отвалообразователем по обе стороны от траншеи. Производительность машины до 450 пог. м дренажа в смену.

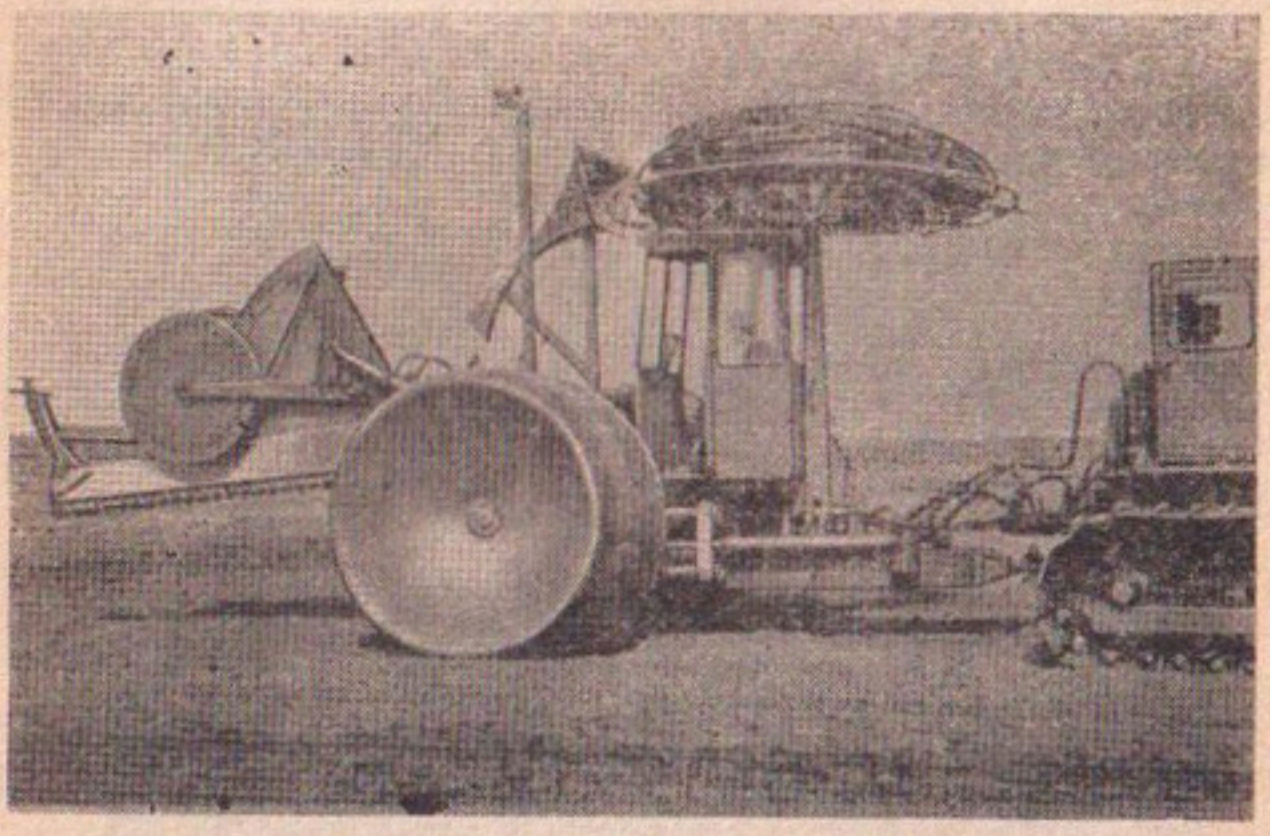


Рис. 18. Дренажная машина МЭД-0

Калининским филиалом ВНИИТП создана машина МЭД-0 (рис. 18) в двух модификациях: для изготовления труб из пластмассовой ленты с укладкой их в узкую траншею и для укладки готовых пластмассовых дренажных труб. МЭД-0 работает на прицепе с трактором Т-100 Б и состоит из следующих механизмов: землеройного рабочего органа, механизма для подачи и формирования ленты в трубку, механизма для укладки готовых труб, механизма для поддержания заданного уклона, закрывающего аппарата и шасси с передвижными опорами.

Землеройный рабочий орган выполнен в виде винтовой фрезы-шнека с приводом от ВОМ трактора. Наличие гидроцилиндров позволяет изменять глубину резания, а по окончании работ поднимать фрезу в транспортное положение. В качестве датчика уклона может быть использован прибор типа ПУЛ или натянутая проволока.

Машина весом 5,4 т отрывает щель глубиной до 2,5 м, шириной 155 мм со скоростью 100—300 м в час, ее обслуживают 2 человека. Закрывающим аппаратом служат 2 конических диска диаметром 1200 мм и два отвала в виде лемеха для перемещения переработанной массы.

В том же институте создана самоходная дренажная машина МЗД-1 для механизированной укладки коротких керамических труб (рис. 19).

Рабочим органом служит шнек, который прорезает траншею шириной 300 мм. Поднимают и опускают рабочий орган для изменения глубины дренирования и создания уклона (по копирной проволоке) с помощью гидроцилиндров. Запас труб расположен в магазинах-кассетах, выполненных в виде спиральных катушек. В каждой катушке заложено 180—200 труб. Меняют катушки после прохода 120—150 м дрены. При вращении

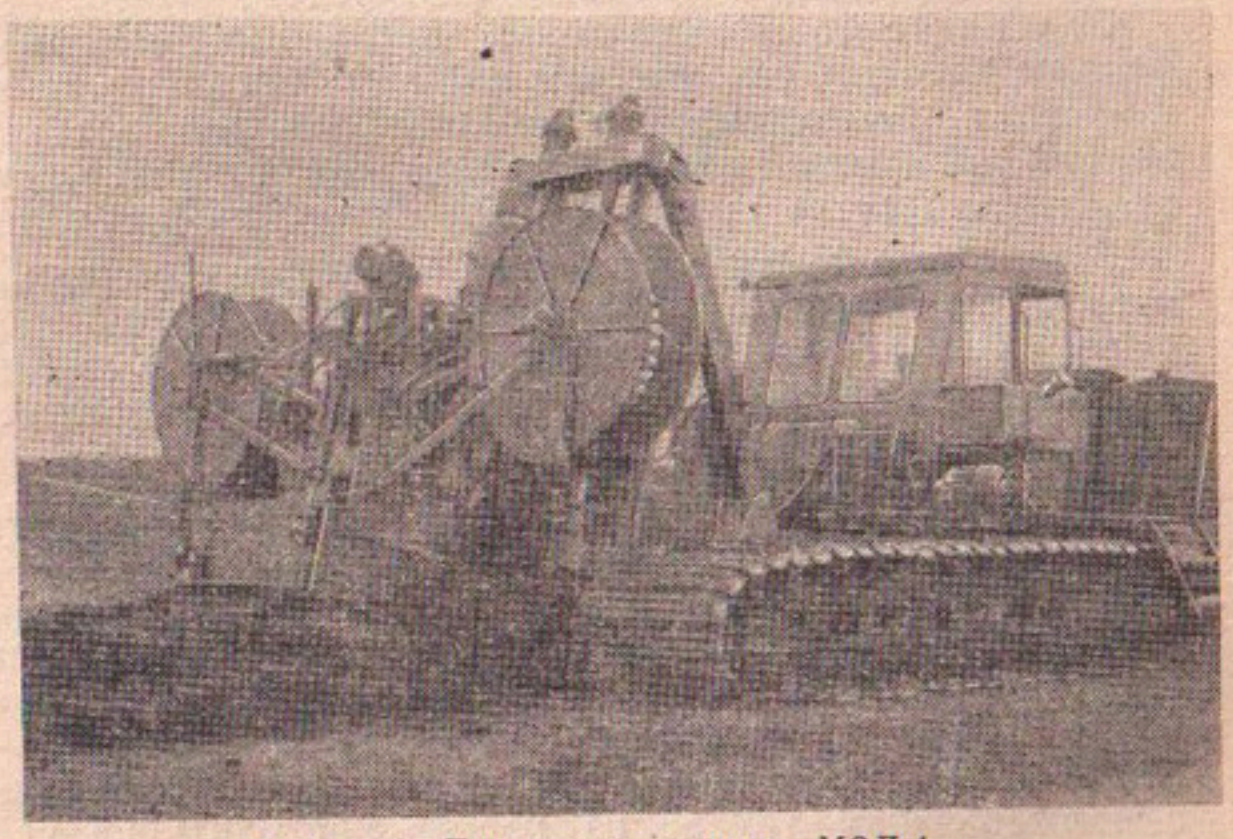


Рис. 19. Дренажная машина МЗД-1

катушек трубы по лотку поступают в пазы вращающегося ротора и далее в направляющий желоб между втулками цепного элеватора. Движение элеватора синхронизировано с вращением катушек и ротора, а также с поступательной скоростью машины.

Элеватор принудительно подает трубы по желобу на дно траншеи и уплотняет стыки, нажимая на торец каждой трубы. Засыпают траншею 2 горизонтальных шнека и ротор. Механизмы трубоукладчиков, шнеков и гидронасоса приводятся в движение отдельными электродвигателями.

Эта машина выполняет комплексно все операции по устройству дренажа из керамических труб: делает траншеи, укладывает и засыпает трубы.

Для закладки дренажа в пнистой торфяной залежи Калининский политехнический институт создал самоходную дренажную машину МГД-5А и навесную на трактор Т-100 МБГС машину МГД-6А с активными рабочими органами в виде баровой цепи. Машины прорезают в залежи глубокие (2,5 м) и узкие (0,1 м) траншеи, формируют и укладывают на дно непрерывную перфорированную трубку из винипластовой пленки и одновременно засыпают траншеи вынутым грунтом.

В отличие от существующих дренажных машин с цепным рабочим органом эти машины благодаря зубьям-резцам, расположенным комплектами на звеньях втулочно-роликовой цепи с дифференциацией по шагу, значительно легче прорезают пни в торфяной залежи.

Кроме того, зубья имеют упорные ребра, с помощью которых на прямой площадке каждый предыдущий зуб-резец опирается на последующий и тем самым значительно снижает нагрузку на звено, равномерно распределяя ее на ряд звеньев цепи.

Особенностью рабочего процесса этих машин является обработка не сразу всей ширины дрены, а узкими полосами.

Для формирования непрерывных перфорированных трубок из винипластовой пленки и укладки их на дно траншей имеется специальное навесное оборудование—формователь. Конструкция его позволяет одновременно с изготовлением трубки из пленки проводить на ней перфорацию.

Для строительства дренажа на орошаемых землях узкотраншейным способом в САНИИРИ разработана машина со скребковым рабочим органом, позволяющим отрывать траншею шириной 0,1 м и глубиной до 3,5 м и укладывать в нее пластмассовые трубки диаметром 50 мм с обсыпкой их песчано-гравийным фильтром. От-

носительно большая скорость отрывки траншеи и укладки труб дает основание надеяться на возможность применения машины в неустойчивых грунтах. В настоящее время машина проходит испытания в Голодной степи.

Бестраншейные дреноукладчики

Машины, работающие на основе бестраншейного способа, свободны от многих недостатков траншейных и узкотраншейных дреноукладчиков. Они надежны в работе и более производительны.

Дренажная машина БДМ-1400, разработанная во ВНИИГиМе, состоит из следующих основных механизмов: рама, гусеничная ходовая система, пассивный рабочий орган-нож, параллелограммный механизм его навески, сменные укладчики для пластмассовых (готовых и из пленки) и керамических труб, механизм придания заданного уклона дрене и др. Машина агрегатируется с трактором класса 9 т посредством охватывающей рамы. Производительность машины при укладке керамических труб составляет до 150 пог. м в час, а при укладке готовых пластмассовых труб — до 2500 пог. м в час. Удельное давление гусениц на грунт при отрывании щели глубиной 1400 мм в среднем равно 0,5 кг на 1 $см^2$, а тяговое сопротивление — около 13 т.

К достоинствам БДМ-1400 следует отнести ее высокую производительность при укладке пластмассовых труб.

Дренажная машина УДМ-152 (рис. 20), предназначенная для строительства дренажа на осушаемых и орошаемых землях, также создана во ВНИИГиМе.

В отличие от БДМ-1400 она имеет сменные движители (гусеницы и колеса), более легкая (весит 4,5 т) и более маневренная. С помощью УДМ-152 можно укладывать трубы диаметром 40, 50 и 70 мм.

На Мещерской зональной опытно-мелиоративной станции ВНИИГиМ для работы на избыточно увлажненных землях создан дреноукладчик пластмассовых труб ДПБН-1,8. В зависимости от назначения он имеет два варианта исполнения: I вариант — для формирования трубы из упругой пластмассовой ленты и укладки ее на дно щели (рис. 21), II вариант — для укладки

полиэтиленовой трубы заводского изготовления (рис. 22). И в том, и в другом варианте дреноукладчик навешивается на трактор Т-100Б.

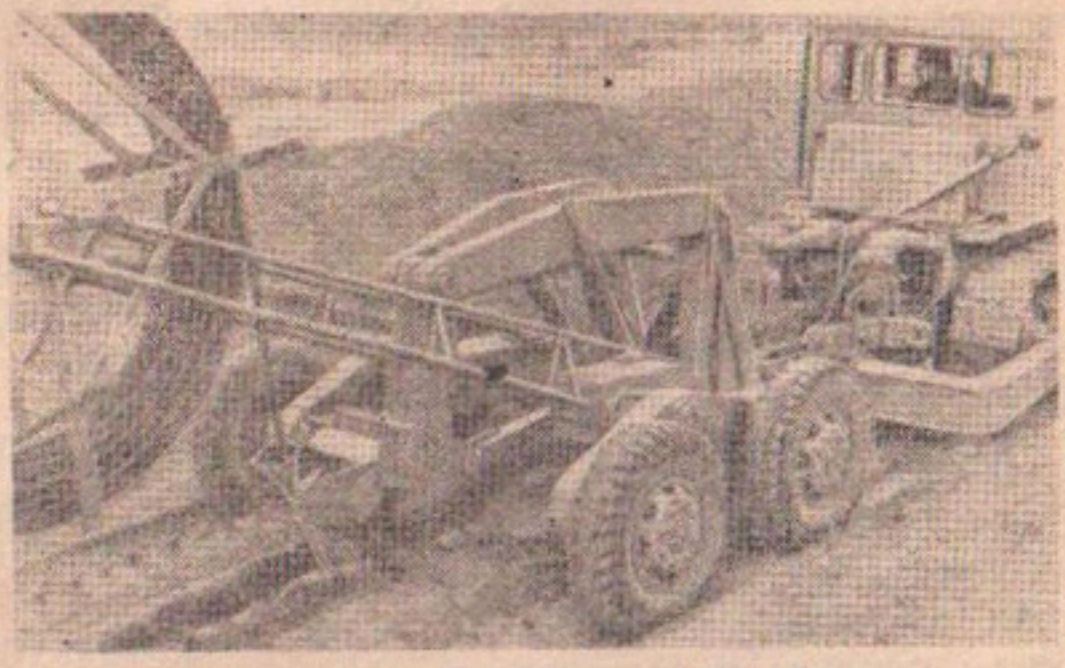


Рис. 20. Дренажная машина УДМ-152

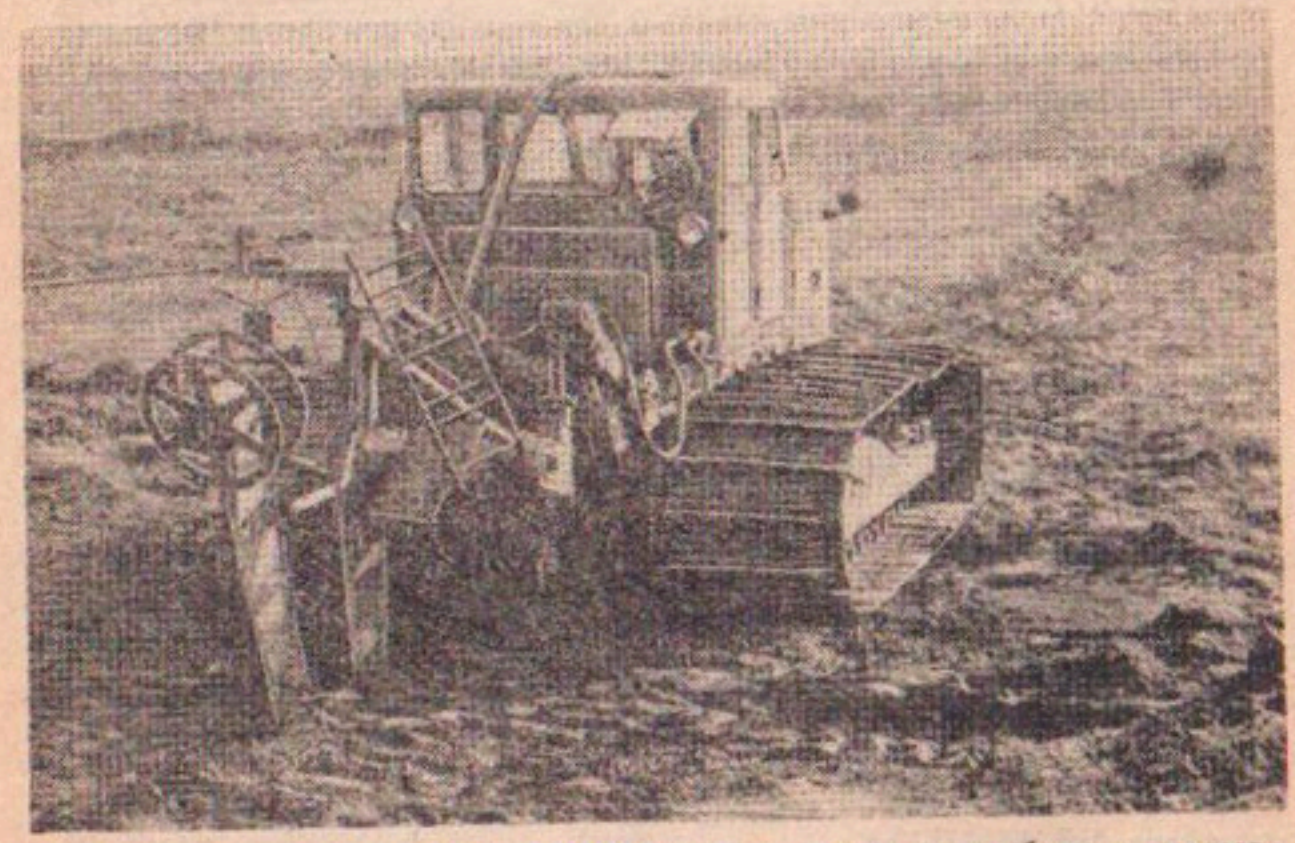


Рис. 21. Дреноукладчик ДПБН-1,8 для укладки труб из пластмассовой ленты

Дреноукладчик, формирующий трубы из ленты, состоит из черенкового ножа, формующего конуса, кожуха для лентопровода, кассеты для ленты, системы по-

догрева ленты, подводящей горячие отработанные газы от выхлопной трубы двигателя трактора к конусу, электрической системы для автоматического или ручного регулирования глубины укладки дрены. Дреноукладчик, укладывающий готовые трубы, состоит из черенкового ножа, барабана для намотки полиэтиленовых труб, якорного устройства, удерживающего дренажную трубу при движении агрегата.

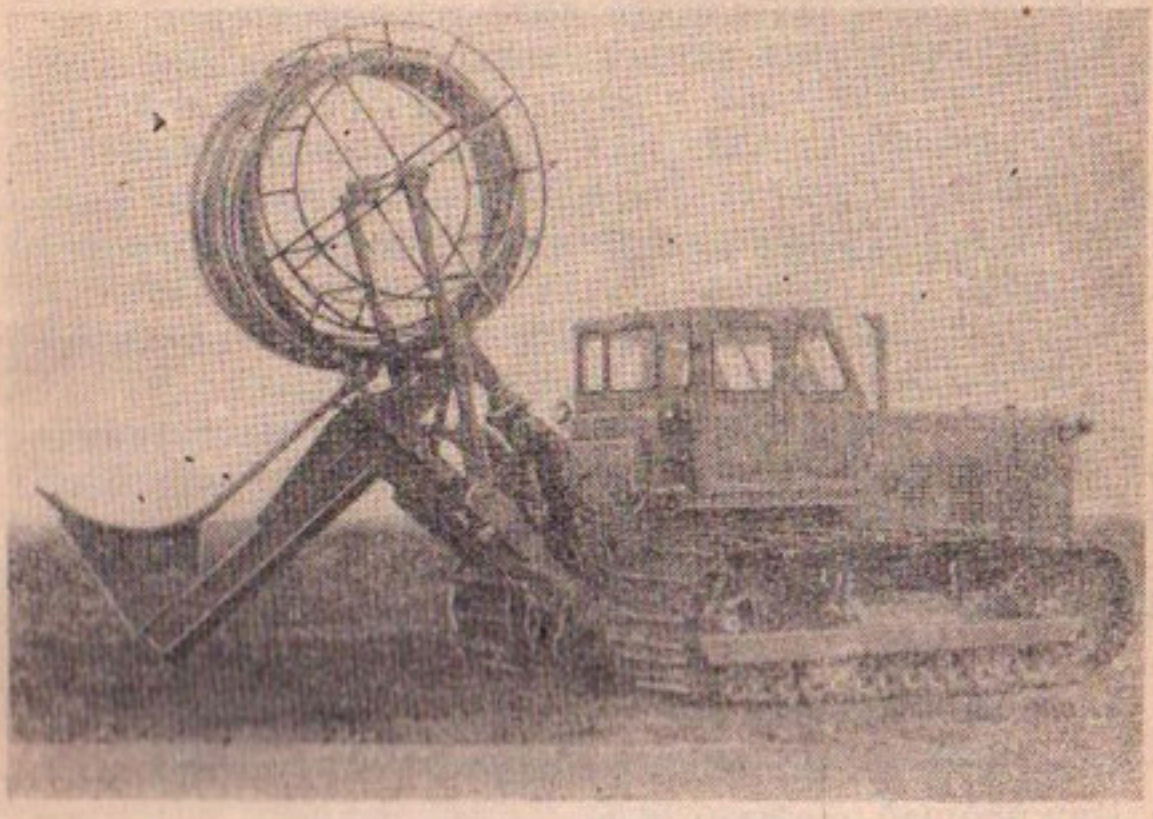


Рис. 22. Дреноукладчик ДПБН-1,8 для укладки готовых пластмассовых труб

С помощью дреноукладчика ДПБН-1,8 можно устраивать дрены диаметром 40, 50, 70 мм со скоростью до 800 м/час на глубине 1,2 м в минеральных бескаменистых грунтах и на глубине 1,8 м в торфяниках без погребенной древесины. Дреноукладчик весит 530 кг. В настоящее время изготавливается опытная партия дреноукладчиков.

Хотя бестраншейный способ строительства дренажа начали применять сравнительно недавно, к настоящему времени создано большое количество различных дреноукладчиков, работающих по этому способу. Мы рассмотрели только некоторые из них, которые, по нашему мнению, являются наиболее типичными и позволяют су-

дить как о достоинствах и недостатках самих машин, так и о способе, по которому они работают.

Если учесть, что каждая дренажная машина имеет свою оптимальную область применения, то для более полной механизации строительства дренажа и получения максимального эффекта в различных условиях необходимо иметь 4 вида машин:

траншейные непрерывного действия для работы в грунтах средней трудности без больших каменистых включений при устройстве дрен и коллекторов;

узкотраншейные непрерывного действия для устройства дрен-осушителей в грунтах без включений;

бестраншейные для устройства дрен-осушителей в минеральных грунтах с мелкими каменистыми включениями или в торфяниках без наличия в них погребенной древесины;

циклического действия одноковшовые экскаваторы для работы в тяжелых условиях.

Эти машины желательно иметь как на гусеничном, так и на колесном ходу. Наряду со стремлением повысить техническую производительность дреноукладчиков особого внимания требуют устройства и приспособления, сокращающие и ускоряющие дренажные работы.

Способы поддержания заданной глубины копания и автоматизации выдерживания уклона

Важнейшей операцией при строительстве дренажа, определяющей возможность выполнения последующих технологических процессов, является практикуемая в ирригационном строительстве отрывка дренажной траншеи или щели машиной, движущейся по заранее спланированной под необходимый уклон трассе.

Рабочий орган машины опущен на требуемую глубину и жестко связан с шасси. Неровности трассы копируются в этом случае дном траншеи в увеличенном масштабе.

Этот способ прост и надежен, поэтому он широко распространен и является, по существу, единственным при строительстве закрытого дренажа на орошаемых землях. Он не предусматривает активного вмешательства в процесс отрывки траншеи, не позволяет прокладывать дрены с искусственным уклоном, и его можно назвать пассивным.

В настоящее время чаще применяют машины, обеспечивающие получение требуемого продольного профиля траншеи или щели путем активного вмешательства в рабочий процесс.

Устройства поддержания глубины и уклона можно разделить на копирные и бескопирные.

Бескопирные устройства могут заглублять или выглублять рабочий орган в зависимости от пройденного пути или времени и в зависимости от результатов сравнения полученного уклона с заданным. В первом случае работа идет без обратной связи, во втором — с обратной связью.

Бескопирные устройства при сравнении получаемого уклона с заданным включают датчик действительного уклона траншеи или щели, датчик продольной линии горизонта, задатчик требуемого уклона, сравнивающее, сигнальное и исполнительное звенья. Действительный уклон дна траншей определяется по разности уровней двух его точек. Чтобы уменьшить погрешности, возникающие от запоздалого срабатывания системы, одну из точек стараются совместить с нижней кромкой рабочего органа, а вторую берут на лыже, движущейся за рабочим органом. Продольная линия горизонта определяется с помощью маятника, гидровертикали, уровня или сообщающихся сосудов.

Устройства с маятниками и сообщающимися сосудами очень просты, но им свойственны недостаточная точность, возможность самокопирования и накопления ошибок. Это объясняется тем, что контролируется лишь требуемый уклон прокладываемой траншеи без изменения ее глубины.

Главным положительным свойством бескопирных устройств считается малая трудоемкость их установки для рытья траншеи с требуемыми параметрами, она сводится к затратам времени на установку рабочего органа на заданную глубину и на пуск его по требуемому уклону.

В практике строительства материального дренажа пока применяются копирные устройства, позволяющие контролировать и глубину, и уклон прокладываемых траншей, то есть сравнивать действительное положение рабочего органа траншеекопателя с заранее заданным. Для этого на рабочий орган устанавливают специальный

датчик положения — уклоноуказатель, тип которого зависит от применяемых копиров. В качестве последних используются натянутая нить (тросик, проволока), линейка, луч света или пучок радиоволн. Управление глубиной копания может осуществляться вручную или автоматически.

Простейшим способом регулирования глубины является визуальный — по визиркам-мишеням, установленным так, чтобы через них проходила копирная линия, параллельная проектному дну траншеи. Машинист, находящийся на траншеекопателе, наблюдает за положением уклоноуказателя рабочего органа, стараясь совместить его с помощью механизма подъема, управляемого вручную, с мишенями. При этом рабочий орган отрывает траншею, глубина которой равна высоте установки уклоноуказателя над нижней кромкой рабочего органа за вычетом высоты копирной линии над землей. Мишени могут устанавливаться либо впереди по ходу машины (машинист находится позади рабочего органа), либо сзади.

Однако следует отметить, что визуальный способ управления из-за утомляемости глаз ведет к потере точности прокладки дренажа и не соответствует высоким требованиям. Допускается общее отклонение дрен от заданного уклона в пределах 0,0005, а местное — не более ±2 см.

Большой интерес представляют устройства для автоматического поддержания глубины по лучу света или пучку радиоволн.

ПУЛ-3 (прибор управления лучом) состоит из задатчика уклона, устанавливаемого на трассе, и фотоприемника с электронным усилителем, расположенным на дренажной машине. К выходу усилителя присоединен пульт управления. Задатчик уклона состоит из прожектора с системой наведения, штатива, подъемного устройства, преобразователя напряжения и источника питания — аккумулятора. Прожектор преобразует свет точечной осветительной лампы в направленный луч, модулированный по двум частотам — 900 и 1500 гц. Модуляция осуществляется прерыванием луча вращающимся диском с двумя рядами отверстий. Граница раздела создается ребром разделительной призмы оптической системы прожектора. Потребляемая мощность — 30 вт.

О работе устройства судят по двум сигнальным лампам, установленным на пульте управления. Там же имеются кнопки ручного управления, с помощью которых перемещается рабочий орган.

При строительстве дренажа задатчик уклона устанавливается на трассе будущей дрены, на расстоянии не менее 20 м от ее начала, где заранее устанавливается пикет с указанием исходных данных: глубины дрены и ее уклона и соответствующих им высоты установки прожектора и угла его наведения. Настройка прожектора аналогична настройке теодолита. Наводка в горизонтальной плоскости проводится по вешкам в конце трассы, служащим также ориентиром для движения экскаватора при рытье траншеи. Включается прожектор. Рабочий орган экскаватора заглубляется до совмещения фотоприемника с лучом, о чем судят по перемигиванию или затуханию сигнальных ламп.

Широкое распространение получил способ выдерживания глубины и уклона с помощью тонкого тросика, натянутого над проектной линией дрены и смещенного в сторону от продольной оси дрены на расстояние, достаточное для беспрепятственного движения траншеекопателя. При рытье траншеи или щели по тросику скользит щуп уклоноуказателя, установленного на рабочем органе машины. Для установки тросика служат регулируемые промежуточные опоры (штативы), выставляемые по данным нивелировки.

Таким устройством снабжены экскаваторы ЭТН-171 и ЭТЦ-202. При отклонении рабочего органа этих машин от заданного положения щуп датчика следящей системы замыкает контакты в датчике. Полученный сигнал преобразуется и выправляет отклонение рабочего органа от заданной глубины копания.

Для повышения точности и надежности автоматического регулирования заданного уклона разработаны бесконтактные датчики, а также гидравлическая схема, в которой следящий щуп механически связан с сервозолотником гидрораспределителя, управляющим цилиндром опоры рабочего органа. Гидравлическое устройство, исключающее промежуточное электрическое звено, позволяет повысить надежность и работоспособность системы.

При устройстве дренажа необходимо также, правда с

меньшей точностью (±10—15 см), обеспечивать прямолинейность прокладываемых дрен. Чтобы облегчить ориентацию по копирному тросику, на капоте экскаватора устанавливают специальный маркер, судя по отклонениям которого машинист выправляет положение машины.

Копирная линия, используемая для поддержания требуемой глубины, может быть также использована для автоматического вождения экскаватора по трассе, как это сделано на тракторах и других машинах.

При строительстве дренажа характерно частое изменение грунтов и глубины копания, следствием чего является изменение нагрузки на машину и на отдельные ее части. Загрузка дренажных экскаваторов регулируется изменением рабочей скорости, от выбора которой зависит их производительность. Можно достичь значительного улучшения использования экскаваторов за счет автоматического поддержания их оптимальной рабочей скорости.

Для дренажа, где точность поддержания глубины— основной параметр, более приемлема система автоматического регулирования скорости (САРС), создающая максимально возможную (при требуемой точности глубины) скорость, защищая в то же время машину от перегрузок.

ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВА РАБОТ ПО СТРОИТЕЛЬСТВУ ЗАКРЫТОГО ДРЕНАЖА

Подготовительные работы

Правильная организация труда при строительстве закрытых дренажных систем является залогом эффективного использования техники, снижения стоимости работ и сокращения сроков строительства.

Строительство закрытых осушительных систем ведется специализированными управлениями на производственных участках, которые организуются при необходимости выполнения значительного объема работ или при отдаленности объекта от центральной базы.

Ознакомление с проектно-сметной документацией и территорией строительства проводится начальниками производственных участков и руководителями бригад, после чего составляется план работ по участку, состав-

ными частями которого являются: график поставки материалов и оборудования; календарный график производства работ, потребности рабочей силы и сдачи объектов в эксплуатацию; график использования и маршруты движения техники.

По завершении составления плана работ с заказчиками заключаются подрядные договоры, в которых оговариваются очередность строительства по объектам и сроки сдачи их в эксплуатацию.

Строительство дренажа начинается с вынесения проекта в натуру, разбивки трасс. Разбивку проводящих каналов должна проводить строительная организация, но в особо сложных условиях ее может проводить проектный институт на основании договора.

Разбивщики дренажных систем должны иметь специальное среднее образование или же проходить нужную подготовку на соответствующих курсах. Разбивщик должен уметь самостоятельно проводить простейшие геодезические работы, уточнять и при надобности частично изменять проект дренажа в зависимости от местных условий. Но все изменения, касающиеся интенсивности осушения, капитальных сооружений, расположения проводящей сети, а также изменения запроектированных границ, подлежат согласованию с заказчиком и проектировщиком. В зоне осушения в среднем один рабочий-разбивщик должен обслуживать 3 экскаватора.

Опорными точками для разбивки могут быть точки геодезической основы, точки переноса проекта в натуру и мензульных съемок, а также все четко выраженные ситуационные элементы. В зависимости от количества и расположения опорных точек составляется план разбивки.

Используя существующие опорные точки, с помощью нивелира (или другого геодезического инструмента) и 50-метровой ленты выносят в натуру оси проводящих каналов их угловые и конечные точки, проводят их пикетаж. Затем все это разбивщик наносит на план осушительной сети — получается основа для дальнейших разбивочных работ регулирующей сети.

Трассы коллекторов выносят в натуру при помощи разбивочного пикетажа и ситуационных элементов проводящей сети с учетом типа машины. Пикеты устанав-

ливают через 20 м, а также в местах излома рельефа и сопряжений дрен с коллекторами.

Исходя из пикетажа коллекторных трасс, пикетируют направление в начале одной, затем всех параллельных ей в этой системе дрен. Пикеты дрен разбивают также через 20 м по оси трассы и наносят на фрагмент плана осушительной сети. Высотные отметки пикетов дренажных систем определяются ходом технического нивелирования от ближайшего репера или пикетажа проводящей сети.

При ровном рельефе пользуются раздвижной рейкой, дающей непосредственное чтение абсолютных отметок пикетов.

Дубликат заполненной ведомости передается экскаваторщику. На основании ее он налаживает направляющий трос экскаватора с точностью до 1 см или планирует дно выемки (корыто).

Наладку направляющего троса экскаватора можно проводить и при помощи нивелира с наклонным лучом. В этом случае не требуется пикетаж, его нивелирование и расчеты. Запрещается приступать к разбивке траншей под коллекторы до составления ведомостей разбивки на все дрены данной системы.

Трудоемкой работой в организации разбивки является изготовление пикетных кольев. В последнее время успешно используют так называемые капитальные колья из металла, являющиеся одновременно кольями и сторожками. Одной связки кольев (50 штук) достаточно для разбивки 1 км дрен.

Качество документации разбивки должно обеспечить нахождение уложенных в землю дрен и по истечении 40—50 лет.

На план разбивки наносят:

наименование объекта и шифр работы,

трассы коллекторов и дрен с номерами пикетов,

номера дренажных систем и отдельных дрен,

время строительства,

фамилию и подпись производителя разбивки.

По планам разбивки на проектный план осушительной сети наносят действительно выстроенную осушительную сеть с номерами дрен. Один экземпляр плана с выстроенной сетью постоянно хранится в местном управлении мелиорации, другой — передается хозяйству.

Опыт показывает, что весенняя аэрофотосъемка выстроенных дренажных систем на снимке хорошо читается. Целесообразен масштаб аэрофотосъемки 1 : 7000 или 1 : 10000. Негативы должны сохраняться постоянно и быть пригодными для изготовления при надобности фотоснимков, по которым можно быстро найти давно построенный дренаж.

Одновременно с выносом проекта на местность следует уточнять трассоподготовительные работы:

подготовку путей для доставки дренажных материалов к месту укладки и для движения дренажных машин по объекту;

очистку трасс от деревьев, кустарников, пней и крупных камней;

планировку ям, старых канав, бугров и других неровностей;

прокладку проходов для траншейного экскаватора в неразровненных кавальерах у открытых водоприемников;

устройство корыта в местах, где траншеекопатель не может обеспечить требуемую глубину дрены с планировкой дна или без нее;

прокладку пионерных щелей (траншей, борозд) для сброса грунтовых и поверхностных вод, для определения наличия камней и других препятствий.

Надобность выполнения всех названных работ зависит от местных условий, применяемых механизмов и накопленного опыта.

На трассоподготовительных работах используются бульдозеры, корчеватели и кусторезы. Старые канавы могут быть также запаханы плугом. Иногда (из-за отсутствия необходимых машин малого объема работ и т. п.) подготовка трасс сводится к минимуму. В этом случае деревья и кустарники срезают с помощью мотопилы «Дружба» или ранцевого агрегата РА-1 на базе той же пилы, а отдельные препятствия на трассах устраняют вручную. Оставшиеся неровности траншеекопатель проходит на пониженной скорости.

При заравнивании неровностей, кроме того, надо стараться уположивать склоны в направлении движения траншеекопателя, так как при переваливании машин через них возникает недопустимое нарушение дна траншеи.

Если подготовке трасс к последующему строитель-

ству дренажа препятствует опасность потери проходимости машин из-за переувлажненного грунта, целесообразно проводить вначале предварительное осушение объекта путем прокладки пионерных щелей, траншей или борозд. Щели и борозды можно прокладывать с помощью кротодренажных орудий, плугов или траншеекопателей по оси будущей дрены, траншеи — вне пределов трассы дрены.

Трассоподготовительные работы целесообразно выполнять до строительства дренажа, что позволяет свести непроизводительные расходы к минимуму. В некоторых случаях для снижения объема трассоподготовительных работ в качестве траншеекопателя используют одноковшовый экскаватор, способный выполнять все необходимые работы (за исключением срезки кустарника) и менее требовательный к состоянию трассы.

Качество планировки трассы, ее размеры (глубина, ширина) определяются габаритами машины и ее способностью выдерживать заданный уклон.

В зоне осушения глубина корыта должна быть на 5—10 см больше разницы между требуемой глубиной траншеи и максимальной возможной глубиной копания машины, а его ширина — больше колеи траншеекопателя на 10—20 см. При определении ширины трассы следует принимать во внимание не только габариты траншеекопателя, но и ширину полос для укладки вынутого грунта, установки копира, визиров, раскладки труб и прохода бульдозера или другого орудия для засыпки дрен и т. д.

При планировке трассы дрены нужно учитывать допускаемые углы поперечного и продольного наклонов траншеекопателя. Так, допускаемый угол поперечного наклона многоковшового экскаватора — 5°, а угол продольного наклона — 10° (в рабочем положении). Практика показывает, что в действительности с принятием мер предосторожности (снижение скорости и т. д.) в некоторых случаях эти углы могут быть увеличены до 10—15°, однако точность поддержания уклона дна траншеи при этом ухудшается.

При строительстве закрытого дренажа в зоне орошения с помощью дреноукладчика, в котором нет механизма придания заданного уклона, после разбивки трасс в зависимости от рельефа местности также проводится

разработка выемки (корыта) и планировка ее основания под проектный уклон дрены. Ширина этой выемки делается до 3 м.

Для успешной работы машин, когда срезка грунта на планировке пути дреноукладчика превышает 50 см, необходимо, чтобы выполнялось условие свободного размещения отвала грунта, вынимаемого из траншей. Если высота подъема транспортера оказывается меньше суммы высот отвала грунта и основной выемки, то с правой стороны (по уклону дрены) от нее разрабатывается дополнительная выемка, глубина которой H определяется по формуле:

$$H = H_0 + H_1 - H_2 \ (м),$$

где H_0 — высота отвала;
H_1 — глубина основной выемки;
H_2 — оптимальная высота подъема транспортера от опорной поверхности гусениц экскаватора.

Ширина дополнительной выемки равняется 3 м, и разработка ее проводится тем же механизмом, что и основной выемки.

Высоту отвала грунта можно определить по формуле:

$$H_0 = \sqrt{S_т \cdot K_р \cdot tg\varphi} \ ...(м),$$

где $S_т$ — площадь поперечного сечения траншеи, разрабатываемой дреноукладчиком ($м^2$);
$K_р$ — коэффициент разрыхления грунта;
φ — угол естественного откоса насыпных грунтов (градусы).

При разработке основной и дополнительной выемок между ними оставляется перемычка нетронутого грунта шириной 0,3—0,4 м и высотой не более 0,8 м от дна основной выемки. Перемычка делается для предотвращения растекания грунта из отвала в основную выемку.

Разработку грунта в выемках ведут скрепером. Однако для этого необходимо нож скрепера сделать без уступов.

При глубине основной выемки не более 0,2 м разработку грунта можно проводить бульдозером. На каждом участке работа выполняется следующим образом. Сначала бульдозер продольными проходами разрабатывает грунт и собирает его в промежуточный вал. По мере на-

копления грунта в вале бульдозер поперечными проходами перемещает его в кавальер.

Грунт из основной и дополнительной выемок укладывается с правой стороны по уклону дрены на расстоянии 10—12 м от ее оси. Левая сторона должна оставаться свободной, так как на ней проводятся все вспомогательные операции, связанные с работой дреноукладчика (подвозка дренажных труб, загрузка бункера фильтром и т. п.).

Контроль качества планировки пути дреноукладчика осуществляется мастером дренажного участка по продольному и поперечному профилям с помощью геодезических инструментов.

Продольный профиль проверяется по оси дрены в точках, отмеченных при разбивке трассы. При этом допускается отклонение от высотных отметок в ту или другую сторону на 3 см. Подсчет вертикальных отметок продольного профиля пути проводится сложением величины заглубления, обеспечиваемой дреноукладчиком, с отметками дна траншеи.

Поперечный профиль проверяется в тех же местах, что и продольный, по трем точкам. Одна берется по оси дрены из замеров продольного профиля, а две другие—в этом сечении по бокам. Поперечный уклон допускается в пределах 0,01 в любую сторону. На основании данных окончательной съемки готового пути дреноукладчика мастер дренажного участка составляет продольный профиль, который прилагается к паспорту дрены.

Среди процессов механизированного строительства дренажа доставка материалов на объект и непосредственно к месту укладки занимает важное место из-за своей сравнительно высокой стоимости и трудоемкости. А без удачного решения транспортировки материалов невозможна комплексная механизация дренажных работ. Особенно дорого обходится доставка керамических труб, расходы на которую достигают 50% их первоначальной стоимости, а потери труб при этом (бой и т. п.) составляют 5—10% и больше.

Доставка дренажных материалов обычно производится в два этапа: к объекту и по объекту к месту укладки.

Керамические трубы отличаются хрупкостью и боль-

шим весом, их расход на 1 км дренажа составляет в зависимости от диаметра и толщины стенок 4—7 т.

Доставка насыпных фильтрующих материалов (гравий, шлак, фрезерный торф), потребность в которых может достигать 50—100 м³/км, без механизации затруднительна. Подъемно-транспортные средства требуются и для доставки крупных частей дренажных сооружений (колодцев), которые весят до 0,5—0,8 т и более.

Керамические трубы отгружают с завода-изготовителя автотранспортом или по железной дороге с последующей перевалкой на автотранспорт, которым их и доставляют на строительный объект. С приобъектного склада трубы перевозят на трассы дрен. При этом трубы подвергаются одной или нескольким перегрузкам, иногда с промежуточным складированием, выполняемым часто вручную.

Контейнеризация доставки дренажных труб является одним из путей снижения транспортных расходов. При этом необходимо избирать кратчайшие пути доставки, минуя промежуточные перевалочные пункты — железнодорожные станции и центральные склады строительных организаций. Для уменьшения боя керамических труб целесообразна организация централизованных складов на заводах-поставщиках.

Для доставки труб автомашинами с завода-изготовителя можно рекомендовать контейнеры конструкции Рокайского керамического завода.

На заводе дренажных труб в г. Азери (Эстонская ССР) создан контейнер другого типа — металлический, однорядный (рис. 23). Он состоит из двух боковин, выполненных из уголкового профиля и связанных стяжками. Боковины охватывают однорядный штабель труб, имеющий для устойчивости вид трапеции, и фиксируют его полками уголков. Габариты контейнера: 2,6×0,35××1,20 м; вес 54 кг; вес с трубами 0,7—0,8 т.

Погрузка и выгрузка контейнера осуществляется краном или автопогрузчиком, а его разгрузка — освобождением стяжек и разведением боковин в стороны. Штабель труб при этом остается стоять на земле или на предварительно подставленной лыже, что позволяет оставить его в таком виде для хранения либо транспортировать на лыже по объекту. Однако следует отметить, что устойчивость штабеля недостаточна ни для про-

должительного хранения, ни для транспортировки волоком.

Мелиораторами Ленинградской области для работы с контейнерами предложены погрузочные вилы, монтируемые на тракторную гидронавеску. Такое приспособление очень просто, но для использования нужно делать

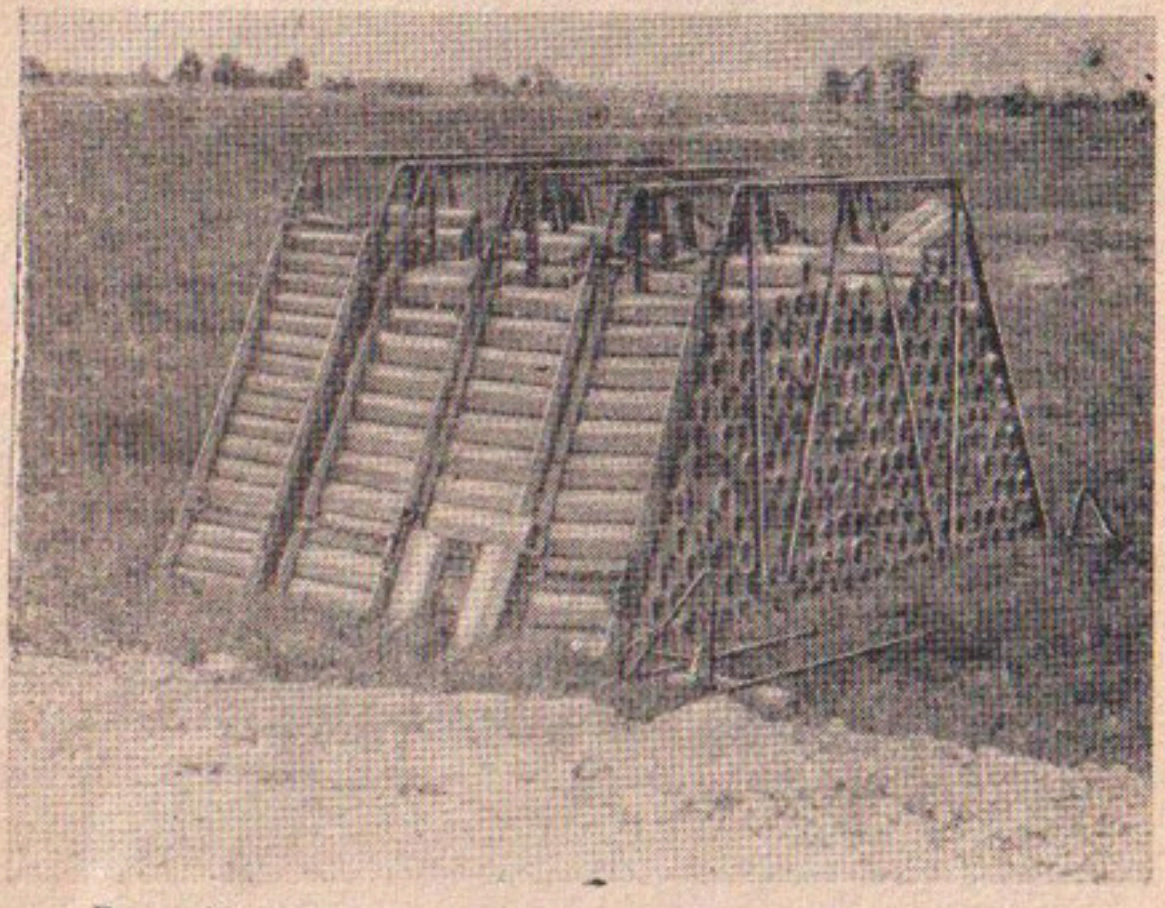


Рис. 23. Металлический контейнер для керамических труб

специальные насыпи. Поэтому его целесообразно совмещать с бульдозерным оборудованием.

В зависимости от технологии строительства дренажа и применяемых механизмов развозка и раскладки труб ведутся тремя способами.

1. Трубы развозят вдоль трассы будущей дрены и раскладывают в линию во время движения транспортного средства руками или вилами. Норма раскладки 3,1—3,5 труб/п. м (в зависимости от качества труб). Оставшиеся после укладки дрены трубы убирают. Для раскладки труб в линию используется также спускной наклонный желоб, установленный на прицеп (сани) с трубами (рис. 24).

2. Трубы раскладывают вдоль трассы отдельными кучками (штабелями) (рис. 25).

3. Трубы развозят в емкостях (прицепная лыжа, колесный прицеп) за дреноукладчиком (рис. 26), а также в контейнерах или без них (на бортовом прицепе) к началу трассы дрены. Из контейнера или прицепа их подают в трубоукладчик или на резервную платформу траншеекопателя, а оттуда — для укладки на дно траншеи. Такой вариант позволяет до минимума сократить перекладки труб и довести их расход до теоретически необходимого.

Пластмассовые дренажные трубы и детали благодаря меньшему весу и лучшим механическим свойствам намного удобнее для перевозок, чем керамические. Если вес 1 пог. м керамических труб диаметром 50 мм составляет около 5 кг, то вес 1 пог. м пластмассовой трубы того же диаметра 0,25—0,3 кг. Длина одной керамиче-

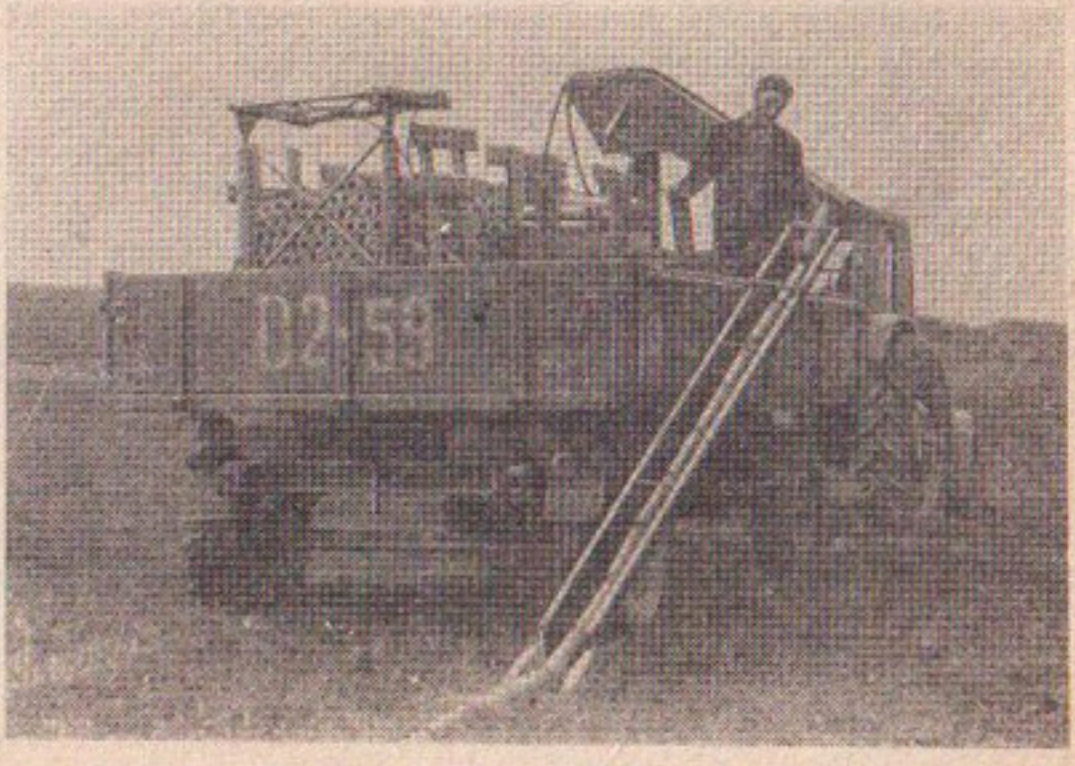


Рис. 24. Развозка керамических труб вдоль трассы с помощью наклонного желоба

ской трубы 0,33 м, а пластмассовой от 4—6 м (в хлыстах) до 250—300 м (в бухтах). Поэтому доставка пластмассовых дренажных труб может быть выполнена с малыми затратами труда и без помощи сложных приспособлений и устройств.

Бухты перевозят в кузовах автомобилей (прицепов) стоймя. Связки хлыстов перевозят так, чтобы исключить их провисание более чем на $^1/_3$ длины труб.

Пластмассовые дренажные детали перевозят в ящиках, обеспечивающих их сохранность. Погрузка и выгрузка деталей производятся вручную. Грузоподъемные средства используют при поставках труб и деталей в крупных упаковках.

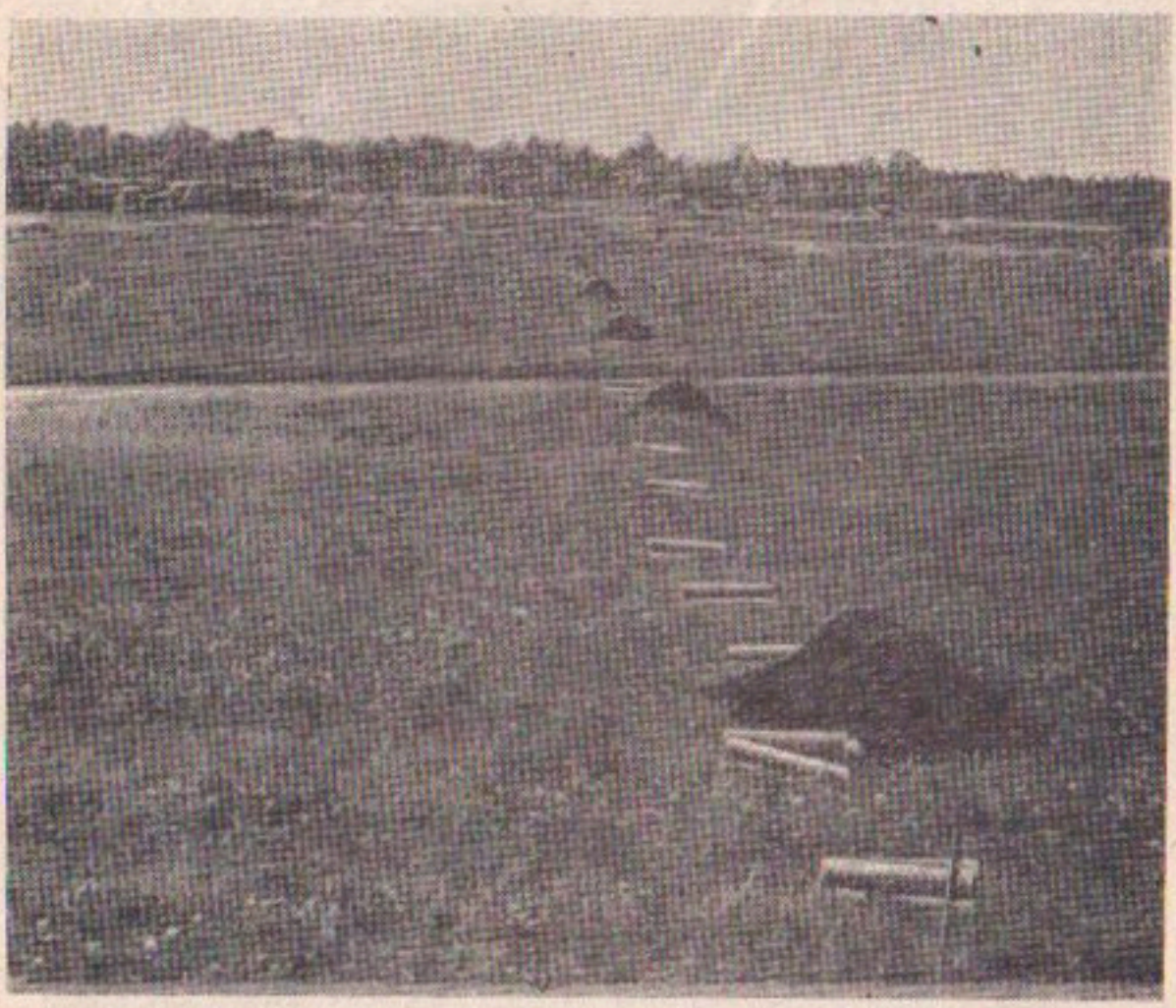


Рис. 25. Раскладка керамических труб вдоль трассы кучками

На приобъектном складе бухты труб перематывают на металлические барабаны круглой формы. Одновременно с перемоткой трубы обертывают синтетическим фильтром.

Доставка труб на участок осуществляется трубовозами (рис. 27). Барабан располагается перпендикулярно или параллельно дну кузова автомобиля. Разгружаются барабаны, расположенные параллельно дну кузова, с помощью крана, а барабаны, расположенные перпендикулярно, — с помощью управляемых кронштейнов.

В этом случае барабаны с трубами из кузова автомобиля сразу попадают на дренажную машину.

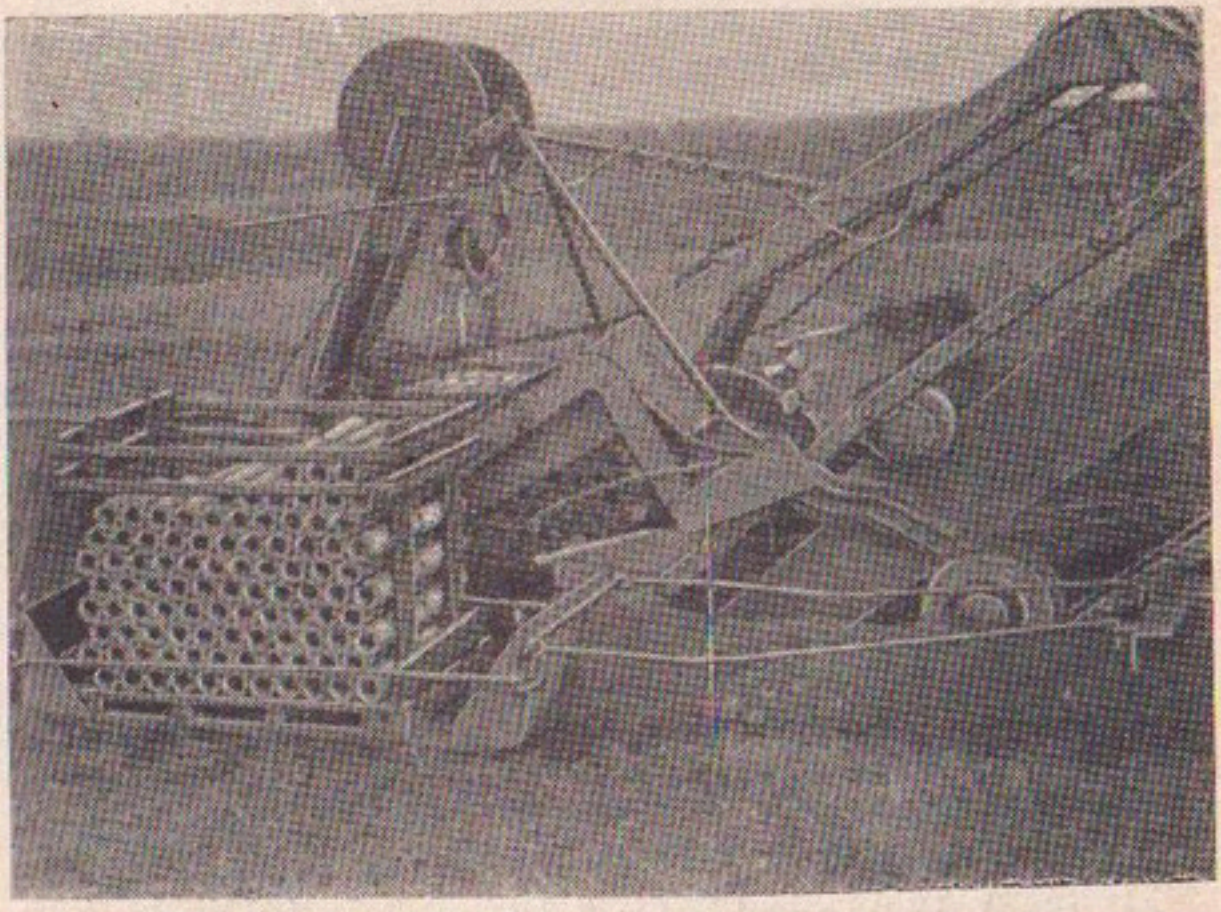


Рис. 26. Транспортировка керамических труб за дреноукладчиком

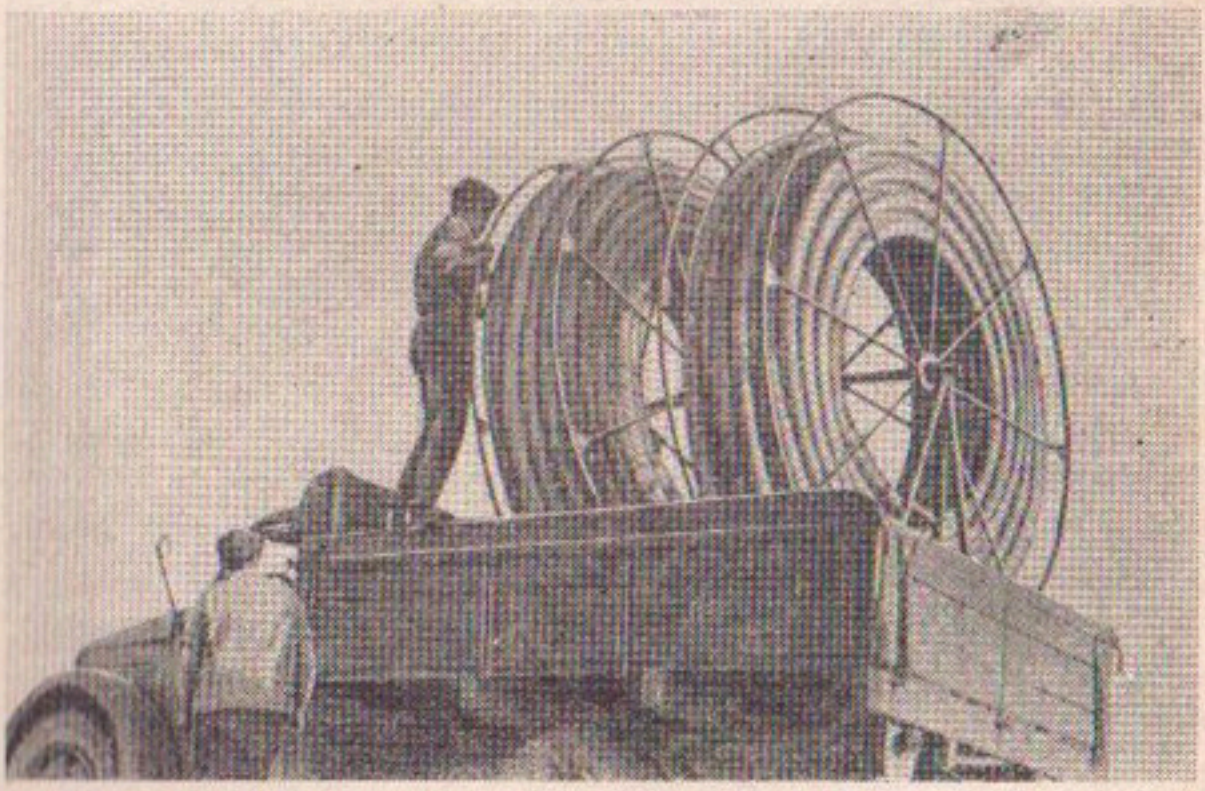


Рис. 27. Перевозка гибких пластмассовых труб

Пластмассовые трубы и детали развозят по объекту на дренажном траншеекопателе (щелерезе) или на тракторных прицепах (санях).

Первый способ развозки применяется при наличии на траншеекопателе приспособлений для перевозки запаса труб. Трубы для пополнения этого запаса доставляют в отдельные места дренажной системы согласно предварительному расчету. При втором способе могут быть использованы навесные приспособления к трактору. Трубы раскладывают вдоль трасс будущих дрен с учетом небольшого резерва (0,5—2%) на термическую усадку, поправки и т. д. Раскладка труб в хлыстах ведется вручную.

Для расстилки труб, поставляемых в бухтах, служит специальный барабан с вертикальной осью, установленный на прицепе или санях.

Сравнивая оба способа развозки пластмассовых труб, следует отдать предпочтение первому. Второй способ применим при отсутствии на траншеекопателе приспособлений для перевозки запаса труб, при низких температурах, осложняющих размотку бухты и укладку труб одновременно с рытьем траншеи (следует предусматривать подогрев бухт), а также в том случае, когда укладка труб непосредственно за траншеекопателем невозможна, например, из-за доделок траншеи вручную.

Укладка дренажных материалов

В настоящее время основные операции по укладке дренажа на осушаемых землях механизированы. Применяемые дреноукладчики ЭТН-171 и ЭТЦ-202, с помощью которых работы ведутся в течение 100—150 дней в году, отрывают траншею полного профиля и заданного уклона. На экскаваторах имеется приспособление для укладки труб и синтетического фильтра.

Весьма ответственной и довольно трудоемкой операцией при устройстве дренажа является натяжка копирного троса. На подготовленной трассе проводится монтаж проволоки, чтобы обеспечить заданный уклон. Для этого у каждого пикета устанавливают головные упоры, а между ними — промежуточные. Если расстояние между пикетами 20 м, то промежуточные упоры ставят посередине между ними. Упоры выравнивают и забивают в землю, а затем стержни их выдвигают на расчетную высоту и закрепляют.

Высоты основных упоров вычисляют по формуле:

$$h_y = H - h_{пр},$$

где h — высота упора над точкой пикета (см);
H — высота упора над уровнем дна дрены (см);
$h_{пр}$ — проектная глубина дна дрены (см).

Высоту промежуточных упоров определяют на глаз по створу головок основных упоров.

В одном из концов пикетажной линии, в 10 м от крайнего пикета, забивают металлический концевой столбик с прикрепленным к нему концом троса. Другой конец троса закрепляют за второй столбик, который забивают в 10 м от крайнего пикета в противоположном конце линии створа. На головки упоров навешивают трос и натягивают его так, чтобы он не провисал в промежутках между упорами. После этого начинают укладку труб и фильтра, которую ведут 2—3 человека.

Следует отметить, что в зоне осушения существует основная форма производства дренажных работ — это комплексные бригады, выполняющие весь комплекс мелиоративных работ на небольших строительных участках. Комплексной бригадой руководит старший прораб или прораб. Ему подчиняются 3—5 инженерно-технических работников.

В УМС с большим годовым объемом работ (более 3000—4500 га) 3—4 комплексные бригады объединены в укрупненные строительные участки. Объем работ такого участка в финансовом выражении достигает 600—1000 тыс. руб. с вводом в эксплуатацию 1300—2000 га осушенных дренажем земель. Администрация УМС непосредственно руководит комплексными бригадами, а в случае большого объема работ — через начальника участка.

Комплексная бригада за сезон проводит работы поочередно на 3—5 объектах, средняя величина строительного объекта 110—150 га. Окончив работу на одном объекте, бригада переходит на другой. Годовой план комплексной бригады в среднем составляет 450—550 га осушенных и окультуренных земель.

Комплексная бригада выполняет все работы, предусмотренные проектом: строительство водоотводящей сети и дренажа, культуртехнические работы на осушаемой площади.

Отдельные работы, как известкование, строительство мостов, крупных переездов и других гидротехнических сооружений, иногда выполняются специализированными бригадами по графику, согласованному с комплексными бригадами.

В среднем в комплексной бригаде насчитывается 15—20 различных механизмов, которые обслуживает один участковый механик.

В комплексную бригаду для строительства дренажа включаются 3 или 5 звеньев обслуживания многоковшовых экскаваторов.

Обычно звено обслуживания экскаватора ЭТН-142 состоит из 6, а ЭТН-171 (ЭТЦ-202) — из 5 человек. Чтобы не было простоев этих экскаваторов в тяжелых для работы условиях (в пылеватых, каменистых или пнистых грунтах), звено увеличивают до 7 человек.

Комплексные бригады позволяют сократить срок строительства, улучшить качество работ и планирования, а также улучшить управление строительством.

В Латвийской, Белорусской и некоторых других республиках строительство дренажа ведется специализированными бригадами.

В Латвийской ССР специализированная бригада по строительству дренажа состоит из 16—22 человек (1 бригадир, 1 разбивщик, 2—3 вспомогательных рабочих и обслуживающий персонал 2—3 многоковшовых экскаваторов).

В Витебской области применяются две схемы организации работ дренажных бригад: полуторасменная и двухсменная.

Состав бригады двухсменной работы: 2 бригадира, 1 старший машинист, 1 машинист, 2 звеньевых и 6 человек трубоукладчиков. Бригада работает в 2 смены по 6 человек в каждой смене.

Полуторасменная организация бригады применяется при недостатке кадров или других организационных трудностях. Бригада состоит из 9 человек и работает по скользящему графику.

Этот график построен по такому принципу, что многоковшовый экскаватор работает и в субботу, а увеличенный состав бригады дает возможность рабочим отдыхать два дня в неделю.

Сезонная выработка траншейных экскаваторов силь-

но колеблется в зависимости от природных условий и уровня организации работ (от 26 до 73 км/год). Выработка машин, стоимость и трудоемкость работ в значительной степени зависят от количества ручного труда.

Сравнительно небольшая загрузка дренажных машин в году снижает эффективность их применения и ведет к текучести кадров, неритмичности работы. В связи с этим представляет большой интерес строительство закрытого дренажа на осушаемых землях в зимних условиях. Несмотря на более высокую стоимость строительства в зимнее время, дальнейшее освоение технологии производства этих работ целесообразно.

Основные трудности строительства дренажа зимой заключаются в доставке и укладке керамических труб, в изоляции стыков и первичной засыпке траншеи.

Наибольшее распространение получили следующие основные технологические схемы:

самостоятельная работа дренажного экскаватора без применения других механизмов. Эта схема применяется при глубине промерзания грунта до 5—7 см;

работа дренажного экскаватора по предварительно взрыхленной и очищенной от смерзшихся глыб трассе. Глубина промерзания может колебаться от 7 до 25 см;

разработка мерзлого грунта роторным экскаватором с последующей доработкой траншейным экскаватором. Этот способ применяется при глубине промерзания свыше 25 см.

Наиболее хорошо зарекомендовали себя роторные экскаваторы ЭР-7А и ЭТР-141, имеющие лучшую маневренность. Однако для самостоятельной работы их необходимо оснастить глубиноуказателями. При проведении работ в весенний период ходовую часть этих экскаваторов переоборудуют на более широкие гусеницы.

Оплату труда при выполнении зимнего строительства дренажа целесообразно проводить по аккордной и аккордно-премиальной системе с распределением зарплаты между членами бригады соответственно их квалификации.

Залогом успешной работы зимой является создание необходимых бытовых условий для рабочих, обеспечение горячей пищей, спецодеждой и сушилками.

При строительстве закрытого дренажа на орошаемых

землях траншейный дреноукладчик одновременно проводит отрывку траншей, отсыпку подстилающего слоя фильтра, укладку труб и засыпку их фильтром.

Навесной дреноукладчик вводится в забой и устанавливается в исходное положение при точном совмещении продольной оси с проектной осью дрены.

Установка дреноукладчика в исходное положение осуществляется двумя способами — задним ходом (когда дрена должна подключаться к открытому коллектору или дрене) и передним ходом (при подключении дрены к закрытому коллектору).

Если дреноукладчик прицепной, то первоначально экскаватор отрывает траншею и с помощью крана устанавливают в забой бункер, после чего его присоединяют к дреноукладчику.

На пути дреноукладчика в створе правой гусеницы через каждые 100 м устанавливают вехи высотой 2—2,5 м, по которым ведется ориентировка движения при работе.

При движении дреноукладчика типа Д-251 давление по опорной поверхности гусеницы экскаватора перераспределяется и увеличивается к заднему катку из-за дополнительного тягового сопротивления, возникшего от бункера. Иногда передняя часть экскаватора поднимается на 15—20 см от опорной поверхности, не участвуя в работе, что снижает его тяговые свойства и проходимость. Максимальное тяговое усилие экскаватора составляет 6 т. Такого усилия бывает недостаточно для преодоления сопротивления бункера, зажатого в траншее. В таких условиях необходимо иметь дежурный трактор.

Если дрена впадает в открытый коллектор, то траншея в концевой ее части отрывается без укладки дренажных труб и фильтра. Этот участок является основанием для укладки концевых труб. Траншею в этой части роют с глубиной, меньшей на толщину подстилающего слоя фильтра, что достигается соответствующим заглублением ковшовой рамы. Для регулировки глубины на верхней дуговой раме экскаватора делается разметка с точностью до 1 см, на требуемой глубине включается рабочий ход и отрывается траншея.

У дреноукладчика Д-251 с емкостью бункера 4,5 м^3 (у дреноукладчика Д-301 емкость бункера равна 5,5 м^3)

фильтра из заднего отсека (засыпка трубы сверху и с боков) хватает на 8—10 пог. м. Поэтому загрузка производится через каждые 10—15 мин. Часто в фильтрующем материале оказываются булыжники диаметром 100—150 мм, которые задерживают выход фильтра из бункера. Их приходится устранять вручную, что ведет к снижению производительности труда и дополнительным затратам.

Засыпают бункеры дреноукладчика гравийным фильтром с помощью гусеничной машины типа ГТ-2,5, боковых ленточных транспортеров, установленных на тележке, или машин, оборудованных рабочими органами в виде ковша.

При строительстве дренажей сети из труб сравнительно больших сечений механизация работ обычными дреноукладчиками бывает затруднена. В этом случае основные работы выполняются вручную. Стенки траншеи укрепляют, проверяют уклон ее дна, на которое укладывают дренажные трубы. Под стыками труб устраивают приямки, впоследствии заполняемые фильтрующим материалом с помощью металлической формы, которая устанавливается над стыком двух дренажных труб. По обе стороны ее укладывают обратную засыпку, после чего форму засыпают гравием и вынимают. Фильтрационный материал следует лучше отсортировывать.

Иногда присыпку уложенных труб защитным слоем грунта не делают, а засыпают всю траншею сразу. Это объясняется тем, что после укладки труб с фильтром делается контрольная нивелировка линии дрены по наружной поверхности трубы. Разрешение на засыпку траншеи дается, если отклонения линии дрены от проекта находятся в пределах допуска.

Механизированное строительство закрытых горизонтальных дрен производится специализированными звеньями, объединенными в комплексную бригаду. Каждое специализированное звено выполняет определенный вид работы. Комплексно-механизированная бригада включает в свой состав рабочих всех специальностей, необходимых для выполнения работ по строительству. Состав этой бригады и применяемая техника при сменной производительности 100 пог. м представлены в таблице 11.

Таблица 11

Состав комплексно-механизированной дренажной бригады и применяемая техника при сменной производительности 100 пог. м

Вид работы	Машины, механизмы и приспособления, имеющиеся в бригаде	Обслуживающий персонал и его количество	Количество по данному виду работ		Коэфф. загрузки машины в комплекте
			машин	людей	
Разбивка и нивелировка трассы дрены, контроль уровня грунтовой воды, контроль профиля пути дреноукладчика, контроль продольного профиля уложенных труб, маркировка дрены	нивелир мерная лента рейка специальная ручной бур	дренажный мастер—1 рабочих—2	—	3	—
Планировка пути дреноукладчика	скрепер Д-374	машинист—1	1	1	0,245
Погрузка, развозка и раскладка элементов железобетонных колодцев, дренажных и концевых труб по трассе, строительство концевой и устьевой части дрены, монтаж контрольно-смотровых колодцев	автокран К-32	крановщик—1 рабочих—2	1	3	0,115
Рытье траншей, отсыпка подстилающего слоя фильтра, укладка дренажных труб, обсыпка труб фильтром, контроль за качеством укладки труб, засыпка труб фильтром, отсыпка предохранительного слоя грунта, уплотнение предохранительного слоя грунта	дреноукладчик Д-251	машинист—1 пом. машиниста—1 оператор—2	1	4	1,00
Подвозка и загрузка фильтра в бункер дреноукладчика	гусеничный транспортер ГТ-2,5	тракторист—1	1	1	0,5
Засыпка траншей и выемок грунтом, уплотнение грунта в выемках	бульдозер Д-271 каток Д-130Б	машинист—1	1	1	0,7
Подготовка скважины для установки контрольно-смотровых колодцев	копатель шахтных колодцев КШК-25	машинист—1 рабочий—1	1	2	0,117
	Итого		6	15	—

Более высокие показатели коэффициента использования машин в комплекте получаются при одновременной работе четырех дреноукладчиков с производительностью каждого — 100 пог. м дрен в смену.

Анализ эксплуатационных показателей дреноукладчика Д-251, проведенный в Среднеазиатской МИС, говорит о том, что коэффициент надежности технологического процесса этой машины равен 0,94 (что связано с частыми простоями из-за очистки отсеков бункера и очистки трассы дрены от осыпающегося грунта). Показатель технического обслуживания равен 0,95, что вызвано простоями из-за регулировки подающего механизма при укладке дренажных труб разного диаметра и других операций. Коэффициент эксплуатационной надежности равен 0,96. Снижение вызвано простоями из-за поломок подающего механизма и опорных колес бункера.

Общий коэффициент использования рабочего времени смены не превышает 0,67. При этом показатель технологического обслуживания — не более 0,74 (загрузка бункера гравием, подноска труб по трассе и к подающему механизму, монтаж и демонтаж машины при переездах).

Для обеспечения нормальной работы дреноукладчиков типа Д-251 в водонасыщенных грунтах применяют способ водопонижения с помощью иглофильтров. Устанавливают их на необходимую глубину путем подмыва, для чего используют воду из оросительной или коллекторно-дренажной сети. На участке с коэффициентом фильтрации 1,5—3 м/сутки, с залеганием плывуна на глубине 1,4—2 м необходимое водопонижение на длине 54 м происходит за 12 часов. Сброс откачиваемой воды осуществляют по отводящей канаве в коллекторно-дренажную сеть.

При производительности дреноукладчика 11 пог. м/час. его работа на участке длиной 54 м продолжается около 5 часов. Для лучшего использования дреноукладчика длину одного участка водопонижения увеличивают до 108 м. На каждом участке используют по 2 иглофильтровые установки.

Дренажные трубы дреноукладчик укладывает плотно и ровно. Величина зазора в стыках труб не превы-

шает 2 мм. Уклон дренажных труб получается нормальным.

Операции по строительству дренажа с предварительным водопонижением иглофильтрами выполняются в следующей последовательности (табл. 12).

Таблица 12

Комплекс машин и приборов для строительства горизонтального закрытого дренажа в плывунах

Последовательность строительных операций	Машина или прибор, выполняющий работу	Марка машины, прибора
Разбивка и нивелировка трассы	нивелир, рейка	НТ
Планировка трассы для движения дреноукладчика и установки иглофильтров	скрепер, бульдозер	Д-458 Д-271 Д-149Б
Контроль качества планировки	нивелир, рейка	НТ
Разбивка мест установки иглофильтров	рулетка, рейка	
Нарезка водоотводящей канавы	канавокопатель	УКП-03 КПУ-200А
Монтаж иглофильтровой установки	автокран	К-32
Понижение грунтовых вод	иглофильтры	ЛИУ-2, 3, 5
Укладка горизонтальных закрытых дрен	дреноукладчики	Д-251 Д-301
Защитная засыпка дрены	бульдозер	Д-271
Монтаж колодцев	автокран	К-32
Демонтаж иглофильтровой установки	автокран	К-32
Засыпка траншеи и водоотводящей канавы на полную глубину	бульдозер	Д-271 Д-149Б
Планировка всего участка	бульдозер	Д-271 Д-149Б

Основное требование к организации строительства закрытого дренажа — поточность производства работ. Поточно-скоростное строительство дренажа должно быть основано на непрерывной повторяемости строительных процессов, выполняемых на различных участках дрены, последовательно включаемых в работу.

Таблица 13

График поточного способа производства дренажных работ на потоке 440 пог. м

Этапы работ	Календарные дни							
	1	2	3	4	5	6	7	количество смен
Планировка трассы	1	2	3	4	—	—	—	1
Монтаж иглофильтров	—	1	2	3	4	—	—	1
Понижение уровня грунтовых вод	—	1	2	3	4	—	—	2
Укладка дрены	—	—	1	2	3	4	—	1,5
Защитная засыпка дрены	—	—	1	2	3	4	—	1,5
Устройство колодцев	—	—	1	2	3	4	—	1
Разборка иглофильтров	—	—	—	1	2	3	4	1
Полная засыпка траншеи	—	—	—	1	2	3	4	1
Планировка участка работ . . .	—	—	—	—	—	—	—	—

Оборудование: дреноукладчик — 1 шт., иглофильтровые установки ЛИУ-2—8 шт. (по два на один участок), автокран К-32 — 2 шт., бульдозер Д-271—1 шт., скрепер Д-458—1 шт.

Для грунтов, сравнительно хорошо отдающих воду, рекомендуется за шаг потока принимать одни сутки на участке дрены длиной 110 м (табл. 13). При этом получается наилучшая согласованность ритма двух основных циклов работ в строительном потоке, а именно: работы дреноукладчика и водопонизительных установок. Укладка дрены на таком участке производится дреноукладчиком за 1,5 смены.

Принятый темп работ обеспечивается при использовании 8 комплектов иглофильтровых установок ЛИУ-2 (по 2 на каждый участок). Водопонизительные работы на одном участке ведутся в течение 3 дней. Требуемое водопонижение достигается на второй день, перед началом укладки дрены (при расстоянии между иглофильтрами 2,25 м).

Время развития потока (отрезок времени с момента начала работ до окончания строительства дрены на первом участке) составляет 4 дня. При этом поток занимает 440 пог. м. Отсюда следует, что поточная организация работ по данной схеме целесообразна на дренажных системах длиной более 900 м.

Укладываемая дренажная сеть должна обеспечивать водоотток, для чего строительство необходимо начинать от насосной станции или коллектора. Окончатель-

ная засыпка траншей вынутым грунтом осуществляется постепенно, чтобы предотвратить обвалы больших масс грунта на уложенную дрену.

Строительство дренажа должно быть своевременно и без перебоев обеспечено материалами и машинами. Потребное количество загрузочных механизмов для бесперерывной работы дреноукладчика можно определить по формуле:

$$n = \frac{SV_э T_ц}{Q_{бм}},$$

где n — количество загрузочных механизмов;

S — площадь сечения фильтрующей обсыпки ($м^2$);

$V_э$ — эксплуатационная скорость дреноукладчика (м/час);

$T_ц$ — время одного цикла работы загрузочных механизмов (час);

Q — объем фильтрующего материала в одном загрузочном механизме ($м^3$).

Приведенная технология и организация строительства закрытого дренажа в плывунах использованы Туркменгипроводхозом и Туркменгоспроектом, которые разработали проекты строительства закрытого дренажа в колхозе им. Ильича Чарджоусского района и в совхозе им. Жданова Калининского района на общей площади 4000 га.

При строительстве дренажа по методу «полки» временный осушитель отрывают за 2 прохода одноковшовым экскаватором с рабочим оборудованием типа драглайна на глубину 3,5—4,5 м, которая больше глубины укладки закрытой дрены на 0,5—1 м. При первом проходе отрывается один откос с выгрузкой грунта в сторону выполняемого откоса. При втором — отрывается часть сечения с выгрузкой грунта на такое расстояние, чтобы ширина бермы была не менее 5 м для проезда машин и складирования строительных материалов. Глубина траншеи контролируется через 50 м и должна быть выдержана в соответствии с требованием проекта. Недоборы по дну не должны превышать 10—15 см.

В одном из откосов осушителя на глубине 3 м вручную устраивают «полку». Разработанный при этом грунт используется для создания стенки высотой до 0,6 м и толщиной 0,5 м, которая предотвращает затем рассыпание гравийного фильтра в открытую дрену. Другую стен-

ку «полки» срезают вертикально или под небольшим от вертикали углом. Ось «полки» должна проходить на расстоянии 1,3 м от оси траншеи. Ширина «полки» по дну для труб диаметром до 300 мм равна 45 см, а для труб диаметром 300 мм и более — 50 см. Для контроля продольного уклона при отрывке дна «полки» делают разбивку и установку кольев на откосе траншеи. Контроль за правильностью выполнения дна «полки» осуществляют от верха разбивочных кольев. На готовую «полку» по лоткам подается песчаный или гравийный фильтр, служащий основанием для укладки дренажных труб.

Водоприемные отверстия труб располагаются в нижней трети ее поверхности. Трубы соединяются при помощи муфт или фланцев. Толщина слоя гравийного фильтра под трубой равна 15—25 см, с боков и сверху — 15 см. Раскладку фильтра для основания, укладку дренажных труб и обсыпку их с боков и сверху производят вручную. Уложенные трубы засыпают (также вручную) предохранительным слоем грунта толщиной 0,5 м с одновременным его уплотнением. Окончательно засыпают дрены вынутым грунтом на полную глубину с помощью бульдозеров, сначала со стороны неиспользованного откоса, а затем с противоположной стороны. Засыпка в такой последовательности предотвращает смещение уложенной закрытой дрены с откоса осушителя.

В глинистых грунтах откосы осушителя достаточно устойчивы, и устроенное ложе для закрытой дрены не разрушается. При плывунах откосы осушителя после отрывки оплывают, из-за чего ложе разрушается, а его восстановление связано с большими дополнительными затратами ручного труда. Качество работ получается низкое, уложенная в откосе дрена искривляется.

На строительстве дренажа по методу «полки» к бригаде в составе 13—14 человек прикрепляют 2 бульдозера, 1 кран и 1 самосвал.

При бестраншейном строительстве закрытого пластмассового дренажа в зонах орошения и осушения применяют такие машины, как БДМ-300 и УДМ-152. Для обеспечения их сменной производительности (2780 пог. м) при скорости движения 1000 м/час, при доуглублении и планировке корыта под уклон требуется 5 скреперов, 1 автогрейдер, 7 бульдозеров, 4 экскаватора, 1 автомашина, 1 перемоточный станок и 21 человек в смену.

При составлении графика работ время смещения последующей операции относительно предыдущей рассчитано, исходя из производительности машин и возможности их переброски на другую операцию, что позволит обходиться их минимальным количеством.

Следует отметить, что в зависимости от конкретных условий (возможности применения большего или меньшего количества машин, наличия рабочей силы, продолжительности светового дня и т. д.) график может претерпевать соответствующие изменения, но порядок проведения операций сохраняется неизменным:

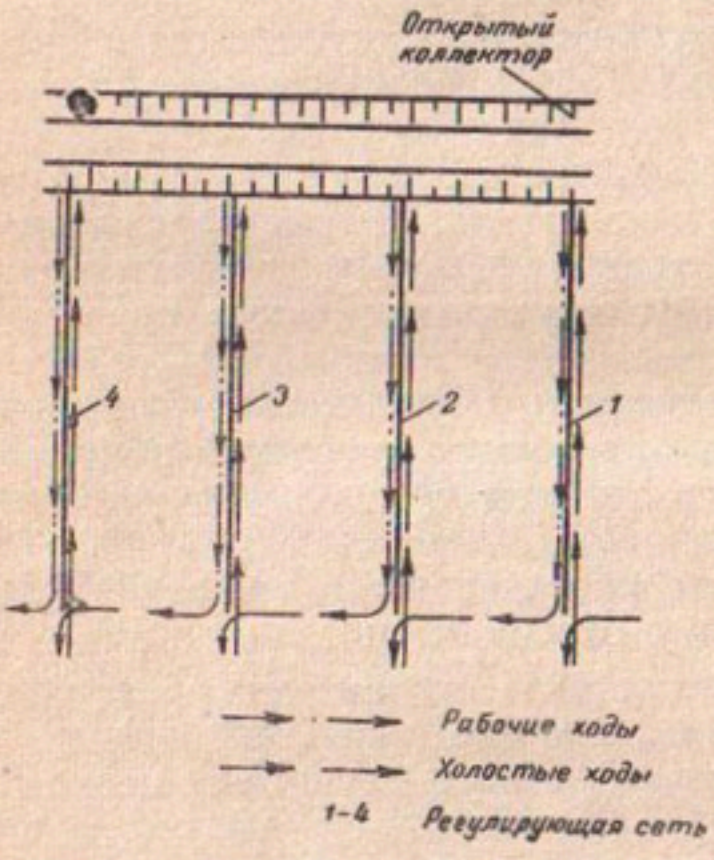


Рис. 28. Схема движения дренажной машины БДМ-300

1 — перемотка труб из бухт на барабан с одновременной их обмоткой стеклотканью на специальных станках в помещении базового склада. Обслуживается станок 2 рабочими;

2 — разбивка трасс дрен с использованием соответствующих инструментов и приспособлений. Одновременно в разбивке и обозначении трасс участвуют 3 человека (техник-нивелировщик, реечник и рабочий);

3 — разработка корыта скреперами по одной из схем движения. Для возки грунта (не далее 100 м) должны быть выполнены соответствующие въезды и съезды. Отвалы вынутого грунта располагаются на расстоянии 5—8 м от бровки корыта на одной из его сторон. Отметки ложа корыта после разработки скреперами должны отличаться от проектных не более чем на ±5 см;

4 — доработка корыта автогрейдерами под проектный

уклон 0,002 после скреперной разработки для выравнивания оставшихся неровностей;

5 — укладка труб бестраншейной дренажной машиной БДМ-300 по карте согласно схеме, представленной на рис. 28;

6 — уплотнение оставшейся после прохода БДМ-300 щели гусеницами бульдозера с постепенным сдвигом ходов от периферии щели к ее центру. При необходимости пользуются лопатой бульдозера. Схема работы челночная — без холостых ходов;

7 — разработка котлована под устье дрены экскаватором обычным способом. Длина котлована 16 м, заложение откосов 1 : 1. Для ускорения работ на отрытие устьевого котлована можно ставить одновременно 2 экскаватора;

8 — обратная засыпка котлована устья бульдозером с послойным уплотнением грунта гусеницами;

9 — засыпка корыт бульдозерами путем перемещения вынутого скреперами грунта с послойным разравниванием и уплотнением гусеницами трактора.

При проведении работ с доуглублением корыта порядок и очередность проведения операций остаются такими же, как и без доуглубления, но с соответствующим увеличением объема работ по отдельным операциям.

Установлено, что производительность дреноукладчиков на строительстве пластмассового дренажа зависит от схемы осушения (длина осушителей 125 и 250 м) и поступательной скорости с учетом времени, затрачиваемого на технологические операции (установка бухты труб, врезка в коллекторный канал, транспортный ход и т. д.).

Производительность дренажной машины за 1 час времени определяется по формуле:

$$П = RR_ц V,$$

где R — коэфф. использования рабочего времени машины;

$R_ц$ — коэфф. использования вспомогательного времени.

$$R_ц = \frac{L}{L + Vt_{всп}},$$

где V — поступательная скорость машины (м/час);

L — длина дрены (м);

$t_{всп}$ — время, затрачиваемое на технологические операции (час).

При длине дрены 250 м рост производительности машины с повышением рабочих скоростей более 350 м/час незначителен. Так, при увеличении поступательной скорости машины до 400 м/час производительность ее увеличивается только на 17%.

Производительность машины зависит от длины дрены, а также от коэффициента использования вспомогательного времени и от поступательной скорости движения. Так, например, производительность машины на укладке пластмассового дренажа при работе ее с поступательной скоростью 300 м/час и длине дрены 250 м и при работе со скоростью 700 м/час при длине дрены 125 м одна и та же.

При рабочих скоростях 100—200 м/час увеличение или уменьшение вспомогательного времени (±50%) не сказывается на производительности машины, но заметно влияет на нее при рабочих скоростях более 300 м/час.

Обратная засыпка, контроль за качеством строительства и приемка работ

Хотя по стоимости и трудоемкости засыпка дренажных линий имеет незначительный вес в общих затратах на строительство дренажа, от нее всецело зависит последующая его работа.

При засыпке нужно следить, чтобы не было повреждений дренажных труб и деформации линии дрены, чтобы вода беспрепятственно поступала в дрену. Нельзя засыпать траншеи мерзлым грунтом. Засыпанные траншеи не должны мешать нормальному использованию земель.

Обычно дрены засыпают в два приема. На осушаемых землях дрены предварительно присыпают размельченным верхним гумусным слоем почвы толщиной 20—30 см, служащим для улучшения водоприемных свойств дрены и для защиты ее от повреждения во время окончательной засыпки. Это делают сразу же после укладки труб. Через некоторое время после их укладки траншею засыпают окончательно. Раздельная засыпка траншей позволяет лучше контролировать качество работ и исправлять допущенные ошибки.

Предварительная присыпка выполняется либо вручную, либо с помощью специальных приспособлений. Механизированная присыпка допускается лишь в грунтах без камней, которые могут повредить трубы или вызвать сдвиг в линии дрены.

Для присыпки дрен сразу же после укладки труб широкое распространение получили орудия, присоединенные на жесткой или гибкой тяге к траншеекопателю. Рабочим органом этих орудий может быть сгребающий отвал, лемешные или дисковые ножи, приводной шнек. Применение присыпателя на гибкой тяге дает возможность установить его на расстоянии 8—10 м от траншеекопателя, что увеличивает время, необходимое для устранения дефектов дрены без остановки основных механизмов.

Следует учитывать, что тяговое сопротивление плужных присыпателей может быть довольно большим, особенно при работе в тяжелых задернелых грунтах и значительном (20—30 см) слое срезаемого грунта. Возникающие сопротивления могут привести к самопроизвольному выглублению роющего рабочего органа машины.

Чтобы устранить этот недостаток, плужные присыпатели следует присоединять к шасси двигателя, а не к рабочему органу. Так выполнен, например, присыпатель, предложенный рационализаторами Шилутского УМС (Литовская ССР), который охватывает рабочий орган и шарнирно прикрепляется к полуосям ходовой тележки экскаватора ЭТН-171. В транспортное положение присыпатель поднимается рабочим органом экскаватора. Это приспособление успешно используют на объектах, где нет камней и кустарника при укладке труб с помощью спускного желоба.

Известны и другие типы присыпателей. Рационализаторами Валмиерского СМУ (Латвийская ССР) в 1967 г. изготовлен присыпатель со шнековым рабочим органом и приводом от гидродвигателя. Присыпатель такого типа позволяет лучше размельчить грунт и обеспечить его равномерную подачу в траншею.

Окончательная засыпка траншей чаще всего проводится универсальными бульдозерами за один или два прохода параллельно траншее при установке отвала под углом. Засыпка ведется обычно от верхней части дрены

к устью с планировкой поверхности тыльной стороной отвала при обратном заезде. Учитывая осадку грунта, над траншеей оставляют резервный валик высотой 0,2—0,3 м.

Если засыпку траншеи параллельными проходами осуществить нельзя, ее проводят рядом коротких заездов под углом к траншее бульдозером с прямым отвалом.

Описанными способами можно засыпать траншеи с односторонним расположением кавальера.

Для засыпки траншей с двусторонним расположением кавальеров целесообразно применять специальный засыпатель-бульдозер с двумя отвалами, монтируемый взамен бульдозерного отвала на его раме. В отличие от универсального бульдозера такой засыпатель не имеет бокового сопротивления, что облегчает его работу.

Выработка бульдозера на засыпке дренажа зависит от способа засыпки, грунтовых условий, удаления кавальеров от траншей, глубины и длины дрен и их расположения на объекте, а также от характеристики самого бульдозера и составляет 1,5—2,5 км в смену.

Иногда одной машиной можно выполнять одновременно или раздельно несколько операций. На траншеекопатель, например, навешивают засыпатель и засыпают траншеи во время холостых ходов или простоев агрегата. Засыпатель в этом случае навешивается спереди и служит одновременно противовесом рабочему органу. В качестве засыпателя используется универсальный бульдозер.

Большой интерес представляют механизмы с засыпкой траншеи одновременно с ее рытьем и укладкой дрен. К ним относятся дренажные орудия, работающие без подъема грунта на дневную поверхность и экскаваторы с инерционной разгрузкой выбранного грунта непосредственно в траншею. Для обратной засыпки траншей имеется также машина с дополнительным оборудованием. Отвально-возвратный транспортер выбирает грунт из траншеи и подает его назад на засыпку. Совмещение обратной засыпки с другими операциями возможно и эффективно лишь в благоприятных грунтовых условиях при бездефектной укладке труб. Наибольший интерес совмещенная засыпка траншеи представляет

при механизированной укладке труб, защищенных от замления, например непрерывных пластмассовых труб.

Специальными видами засыпки являются присыпка дрен фильтрующим материалом, а также засыпка дрен, заложенных в зимнее время. Для присыпки дрен фильтрующим материалом могут использоваться с небольшими переделками прицепные навозоразбрасыватели. Окончательная засыпка проводится обычными способами.

В зоне орошения при строительстве дренажа дреноукладчиками или по методу «полки» после укладки дренирующих материалов траншею полностью засыпают. А при строительстве узкотраншейным способом закрывают только ее верхнюю часть. Засыпать траншеи сухим грунтом можно с помощью шнеков. Они при выемке траншей отодвигают грунт в сторону, а при обратном направлении вращения засыпают грунт в траншею. Что касается щели, оставшейся после бестраншейной укладки дренажа, то ее целесообразнее всего закатать гусеницами трактора.

В конструкции экспериментального дреноукладчика ГСКБ по ирригации предусмотрена полная засыпка траншеи грунтов во время строительства дрены. Для этой цели служит обводной горизонтальный транспортер.

Уплотнение грунта обратной засыпки до последнего времени не проводили. В настоящее время в зоне орошения уплотнение считается необходимым. В этом отношении может оказаться перспективным способ замочки. При таком способе уплотнения обратной засыпки траншею отрывают тупиками, отступя от коллектора на 10 м. В результате между дреной и коллектором образуется перемычка из грунта естественного сложения. На дренах, где строительство закончено, для уплотнения обратной засыпки водой устраивают замок.

Дрены присоединяют к коллектору только после завершения работ по уплотнению обратной засыпки. Для этого перемычку разбирают одноковшовым экскаватором, спустя не менее 3 суток после окончания замочки, и в отрытую траншею укладывают недостающие трубы устья. Обратная засыпка концевой части устья на отрезке 10 м проводится без уплотнения.

Уплотнение обратной засыпки комбинированной за-

мочкой проводится в зависимости от длины дрены в один или несколько приемов. Одновременная замочка дрены на всей протяженности осуществляется, если длина ее не превышает 500 м. В противном случае дрена разбивается на 2 и более самостоятельных отрезка. Границами между отрезками служат смотровые колодцы.

Количество воды, необходимое на замочку 1 пог. м траншеи шириной 0,6 м и глубиной 3 м в зависимости от влажности грунта, составляет 3 $м^3$ и более. Замочку проводит бригада из трех человек: бригадира, моториста и рабочего.

Когда замочка дрены идет только снизу, напор в смотровом колодце поддерживается не более 2 м. При этом грунт обратной засыпки оседает, образуя ярко выраженное корыто, в которое сверху подается вода из гибкого шланга.

Отсутствие на поверхности воды пузырей, образуемых в результате вытеснения воздуха из пор обратной засыпки, указывает на полное насыщение грунта водой и является сигналом к завершению работ по замочке.

Степень уплотнения грунта в результате замочки устанавливается путем сравнения показателей объемных весов скелета грунта засыпки и естественного залегания. Достигнутая плотность считается удовлетворительной, если средние значения величин плотности грунта в засыпке не меньше плотности грунта в стенках траншеи. При несоблюдении этого условия комиссия может принять решение о повторной замочке.

Чтобы проверить качество строительства дренажа, осуществляется контроль выполненных работ. Такой контроль может быть текущим и последующим (после окончания работ), сплошным и выборочным, визуальным, приборным и автоматизированным, пассивным и активным.

Особо тщательной проверки требуют скрытые работы, плохо поддающиеся исправлению: прокладка траншей, укладка труб, защита от заиления, выполнение соединений и т. п.

Существующие приемка и контроль дренажных работ (визуальный и отчасти приборный контроль) очень трудоемки и не позволяют контролировать сплошь всю систему, что следует делать из соображений надежности. Своевременный, возможно полный, объективный

контроль с минимальными затратами труда очень важен для механизации работ.

Качество работ зависит от качества дренажных материалов, в частности от размеров и правильной формы трубы. Диаметральные размеры труб и толщина стенок замеряются штангенциркулем или линейкой, а кривизна труб, косой срез и длина проверяются специальным шаблоном и щупом. Щупом измеряют также зазор между уложенными трубами. Плотность укладки определяют попыткой извлечения отдельной трубы из дрены, при этом приподнимают 3—4 соседние трубы. Глубина дрен и их уклон проверяются с помощью нивелира и рейки, а также визиром и уровнем. Защиту труб от заиления, соединения дрен, дренажные сооружения проверяют визуально или с помощью простейших измерительных инструментов (линейки, рулетки и т. п.). Все эти способы контроля относятся к немеханизированным.

Простейшей формой механизированного (автоматизированного) контроля является применение электроконтактного или механического уклоноуказателя, позволяющего осуществлять контроль за отклонениями рабочего органа от глубины, заданной копирным тросиком. Аналогичную роль играют сигнальные лампы других устройств для поддержания глубины (ПУЛ, сообщающиеся сосуды, гироскоп, маятник), с помощью которых можно осуществлять текущий контроль за работой. Механическим или электрическим датчиками можно контролировать и процесс укладки труб. При недопустимо больших зазорах между ними датчики подают сигнал. Пассивная сигнализация о нарушениях процессов регулирования глубины укладки труб может оказаться незамеченной вовремя, особенно на скоростных машинах.

Во время строительства закрытого дренажа желательно иметь не только текущий контроль, но и возможность судить впоследствии о состоянии дрены, в каких местах могут возникнуть неисправности. Запись результатов текущего контроля технологического процесса можно использовать потом как паспорт дрены, а контроль готовой дрены — как последующий контроль.

Результаты текущего контроля записывают путем присоединения сигнальных устройств (уклоноуказателя и датчика укладки) к записывающему устройству. Привод записывающего устройства осуществляется или от

ходового механизма (в зависимости от пройденного пути), или от часового механизма, или от двигателя (в зависимости от времени работы).

Записывающее устройство может быть использовано также для регистрации времени простоев, холостых переездов и полезной работы. Полученные данные могут быть использованы для разработки рациональных конструкций, технологии и организации работ.

Последующий контроль дрен заключается в проверке их уклона, качества укладки труб, отсутствия закупорок или деформаций. Для этой цели пользуются, например, стальным шаром. Пущенный с верхнего конца хорошо уложенной дрены шар выкатится с нижнего. Такой способ применяется для проверки дрен большого диаметра.

Для проверки качества укладки труб и их деформации в дрену также вводится измерительная «мышь» — приспособление, укрепляемое на конце жесткого кабеля, проталкиваемого в дрену. Фактический уклон дрены проверяется также с помощью жесткого кабеля, на конце которого крепится «электроловел» — цилиндр с подвижной жидкостью и внутренними электрическими датчиками. Наконец, для проверки отдельных участков дрены применяется миниатюрная фотокамера, которую вводят внутрь трубы.

После окончания всех строительных работ на объекте и подготовки всей технической документации производитель работ обязан подготовить его к сдаче в постоянную эксплуатацию. Не позднее чем за 10 дней до сдачи производитель работ ставит в известность заказчика и эксплуатационную службу. Дата приемки устанавливается по согласованию между заинтересованными сторонами.

Приемка в эксплуатацию посторонних дренажных систем производится в соответствии с «Правилами приемки в эксплуатацию законченных строительством мелиоративных объектов», утвержденными Министерством мелиорации и водного хозяйства СССР и согласованными с Министерством сельского хозяйства СССР.

Строительная организация до сдачи системы в постоянную эксплуатацию осуществляет временный надзор и уход за всеми построенными сооружениями. Дренажная система, принятая комиссией, передается в постоянную эксплуатацию хозяйственной организации — земле-

пользователю — или, по ее поручению, эксплуатационной службе.

После укладки в траншею дренажных труб с заделкой и защитой стыков обязательно проверяют глубину заложения, уклон дрены и доброкачественность выполнения строительных работ. До проверки присыпку дрен гумусовым грунтом или другим видом фильтра нельзя проводить.

Работу дренажных мастеров прораб обязан проверять ежедневно и вести запись в журнале о качестве выполненных работ. Все отступления от проекта при строительстве оформляются соответствующими актами между заказчиком и подрядчиком и согласовываются с проектной организацией.

Представителям заказчика и службы эксплуатации представляется право проверки качества выполненных строительных работ, просмотра записей журналов, актов на скрытые работы и другой технической документации, однако без права вмешательства в производственную и организационную деятельность строительной организации. О результатах осмотра и проверки служба эксплуатации обязана доводить до сведения руководства строительством.

При передаче построенной системы стороны составляют паспорт установленной формы, который вместе с профилем дрены сдается заказчику. Сдача дрены с сооружениями в эксплуатацию ведется комиссией из 3 человек: представителя заказчика, мастера дренажного участка и бригадира-машиниста дреноукладчика. Контроль за качеством строительства проводится путем внешнего осмотра всех сооружений по дрене. Если, по данным гидрологии, дрена должна работать, к суждению о качестве строительства присовокупляется наличие потока воды в каждом контрольно-смотровом колодце и секундный расход ее в устье. Приемка в эксплуатацию дрены проводится при наличии актов на скрытые работы и в соответствии с рабочим чертежом. Инструментальная проверка размеров проводится выборочно (до 5% от общей длины закрытой дренажной сети). По усмотрению комиссии, при приемке могут быть заложены контрольные шурфы и скважины.

Эксплуатационная служба в первые годы работы системы обязана следить за признаками, указывающими

на качество строительства и на работоспособность системы. К таким признакам относятся: значительные различия в стоке дренажных систем, имеющих одинаковые водосборные бассейны; неравномерность просыхания полей весной и в летне-осенний период во время затяжных дождей; недостаточная прочность поверхности поля, затрудняющая передвижение сельскохозяйственных машин и тракторов; полная или частичная гибель урожая от избыточной сырости поля.

В неблагополучных случаях должны быть проведены вскрытия дренажа для определения причин повреждений и недостатков. Все виды деформации сооружений дренажной системы, обнаруженные в первый год эксплуатации, устраняются строительной организацией, которая также устраняет все недостатки и дефекты, являющиеся следствием недоброкачественного строительства.

Для устранения дефектов в системе эксплуатационная служба составляет акт и дефектную ведомость, в которых указываются характер неисправностей, причины их возникновения и предполагаемый объем работ. Неисправности системы, возникшие в результате недостаточного надзора или плохой эксплуатации, исправляются силами и средствами хозяйственной организации.

Планирование и управление мелиоративным строительством

Традиционные методы оперативного планирования и управления мелиоративным строительством имеют ряд существенных недостатков. К ним относятся: недостаточная гибкость планирования; неприспособленность методов контроля к анализу постоянно изменяющихся условий производства; статическое отражение хода мелиоративного строительства на определенную дату (не в динамике). Поэтому составляемые календарные графики быстро стареют и становятся непригодными к использованию. Кроме того, по ним нельзя составить прогнозы о ходе строительства. Они фиксируют лишь выполнение объема работ, а информация о предстоящих работах принимается неизменной со времени составления плана.

Отсутствие систематизированной справочно-информационной базы по продолжительности, трудоемкости, стоимости и другим показателям вызывает большие

трудности при ручной обработке информации, необходимой для оперативного планирования и управления мелиоративным строительством. Руководители часто вынуждены принимать решение на основе собственного опыта и интуиции, без достаточного количества достоверных данных о фактическом выполнении отдельных работ и наличии ресурсов по многим объектам.

Указанные недостатки вызвали необходимость свести отдельные функции планирования и управления в единую стройную систему. В систему планирования и управления мелиоративным строительством заложен метод СПУ, разработанный в Латвийской ССР.

Система состоит из объекта управления, органа управления, идентичной модели объекта управления, методов и средств автоматизированной обработки информации. Она функционирует по следующей схеме (рис. 29).

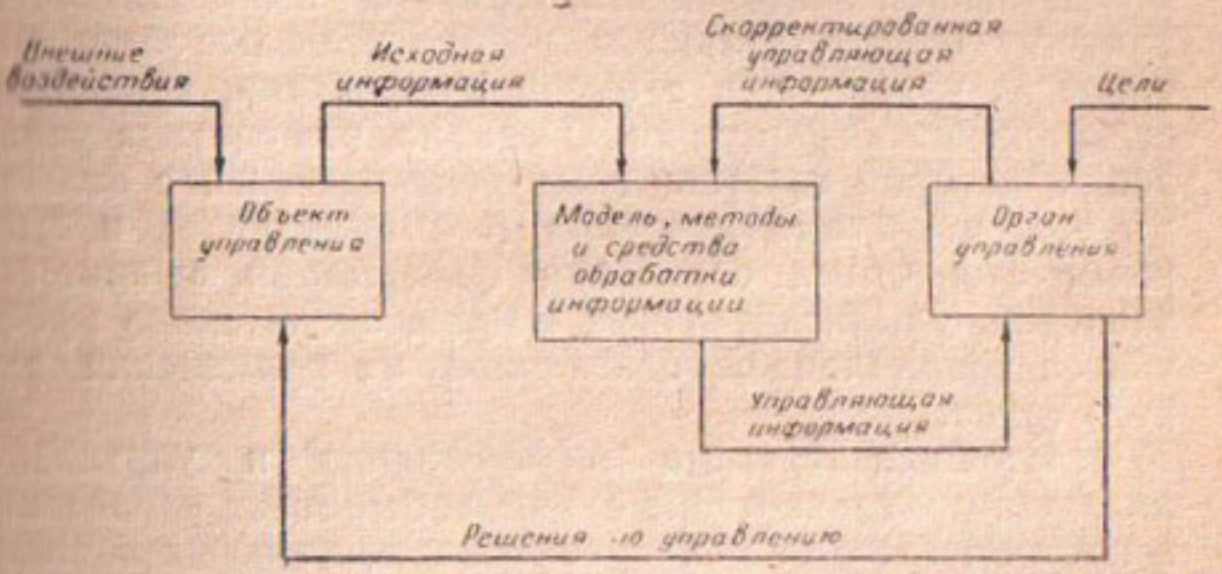


Рис. 29. Общая схема функционирования системы управления

Объектом управления является коллектив строителей, оснащенный необходимой техникой, выполняющей строительство осушительных систем. Он охватывает следующие мелиоративно-строительные работы: очистку площадей от древесной растительности, экскаваторные работы, устройство дренажа, строительство мостов и труб-переездов, укрепление откосов каналов и дамб, культуртехнические работы и известкование почв.

Органом управления является руководство мелиоративно-строительной организации в лице начальника и главного инженера управления, начальников производ-

ственных участков, прорабов, бригадиров, а также службы СПУ, которая представляет собой рабочий орган управления. Она обеспечивает своевременный сбор, передачу и обработку всей информации, необходимой для принятия решений по управлению.

Методы и средства автоматизированной обработки информации представляют собой комплекс алгоритмов, программ и ЭВМ. В качестве ЭВМ используется БЭСМ-4. Но имеется программа и для БЭСМ-2.

Система планирования и управления одновременным строительством многих мелиоративных объектов является автоматизированной, функция управления — принятие решения — остается не формализованной. Она попрежнему обеспечивается руководством, которое несет ответственность за своевременное и качественное выполнение работ, а также за экономические показатели производственной деятельности. Объектом автоматизации в данной системе являются вспомогательные элементы процесса управления, а именно: обработка, хранение и отображение информации. Очевидно, что система управления, которая сочетает опыт руководителей с большими возможностями хранения («запоминания») и быстрыми скоростями обработки информации с помощью электронно-вычислительных машин, значительно эффективнее традиционной, основанной на применении ручного труда.

Настоящая система планирования и управления является локальной. Она охватывает объект управления, в котором система мелиоративно-строительных объектов и ресурсов замкнута. Это значит, что ресурсы для выполнения работ берутся из единого ограниченного источника, то есть используются мощности, принадлежащие только производственным подразделениям, относящимся к объекту управления.

Оптимизация параметров управления осуществляется с помощью информационной динамической модели. Такой моделью является многообъектная сетевая модель совокупности одновременно выполняемых работ. Топологическое построение модели осуществляется на ЭВМ. В основу построения ее закладывается одна или несколько унифицированных сетевых моделей (УСМ).

Унифицированная сетевая модель представляет собой адекватную модель абстрактного мелиоративно-

строительного комплекса. В ней отражены все основные виды работ и логическая последовательность их выполнения. Одной из особенностей системы является то, что после оценки работ по каждому мелиоративно-строительному объекту УСМ приобретает значение конкретного сетевого графика, объекта управления. При этом топология ее остается постоянной. Ведущиеся и предстоящие в обозреваемый период работы являются действительными, а завершенные и не имеющие места на данном мелиоративно-строительном объекте — фиктивными.

Автоматизированное построение сетевой модели производится путем присоединения исходных событий отдельных сетевых графиков к исходному событию многообъектной модели. Последним является начало «обозреваемого периода», который имеет определенный календарный срок.

Предельные размеры объекта управления зависят от количества работ в УСМ и мелиоративно-строительных объектов в многообъектной сетевой модели, они ограничиваются предельными возможностями ЭВМ.

В системе исходную информацию представляют ответственные исполнителй. Информация представляется на типовых формах, разработанных в соответствии с УСМ. На каждый объект, выполнение которого назначено в текущем году, заполняется специальная форма. Эта форма является носителем исходной информации о ходе работ на данном объекте до завершения его строительства. Обновление информации с занесением изменений и уточнений в исходные данные производится на определенное календарное число в установленной периодичности. Наиболее целесообразно обновлять информации через каждые две недели в летний сезон и один раз в месяц в зимний сезон мелиоративного строительства.

Сбор исходной информации организует служба СПУ при мелиоративно-строительном управлении. Она подготавливает комплект форм для ответственных исполнителей и выступа в качестве методического консультанта в процессе определения исходных данных.

Автоматизированная обработка информации осуществляется по следующим этапам:

ввод исходной информации, УСМ и программы расчета (на перфокартах) в ЭВМ;

формирование из УСМ многообъектной сетевой моде-

ли, расчет временных параметров и еженедельного потребления ресурсов;

оптимизация многообъектной сетевой модели по критерию «время—ресурсы»;

формирование управляющей информации в виде плана-рекомендации и вывод ее из ЭВМ на печатных лентах.

В результате первичного расчета многообъектной сетевой модели определяются все общеизвестные временные параметры СПУ. Производится также расчет нескольких новых временных параметров (желаемые сроки свершения событий, используемые резервы времени), наличие которых необходимо в процедурах оптимизации и качественного анализа. В основу программ положен алгоритм составления расписания работ с учетом ограничений по ресурсам и по срокам завершения объектов. Динамическое распределение ресурсов предусматривает решение двух задач:

определить минимальные сроки завершения объектов при условии соблюдения ограничений в потреблении ресурсов;

составить равномерный график потребления ресурсов по возможности не превышающий их наличия при условии соблюдения директивных сроков завершения объектов.

Первая задача ставится по отношению к объектам, не имеющим директивного срока, вторая — к объектам с установленным директивным сроком.

Ресурсы с учетом их ограниченного наличия распределяются за счет смещения работ в пределах используемого времени. При этом возможно установить порядок предпочтительности отдельных комплексов работ и видов ресурсов.

В программе не предусмотрено изменение продолжительности работ за счет изменения интенсивности их выполнения, поскольку нелинейная зависимость «время — ресурсы» в силу влияния различных несоизмеримых факторов весьма трудно поддается алгоритмизации. Изменение параметров с учетом зависимости «время — ресурсы» целесообразно проводить в процедурах качественного анализа, выполняемых ответственными исполнителями на основании данных управляющей информации.

Результатом обработки информации на ЭВМ явля-

ется план-рекомендация на любой обозреваемый период в течение 3—5 календарных лет. Для оперативного управления эта информация выдается приблизительно на 3 последующих месяца. Для каждого уровня руководства выдается только этому уровню необходимая информация.

Процесс управления мелиоративным строительством разделяется на следующие периодически повторяющиеся этапы:

формирование исходной информации и передача ее по соответствующим каналам в вычислительный центр;

обсчет исходной информации на ЭВМ;

анализ фактического состояния строительных работ и принятие решений;

уточнение календарных планов и доведение их до руководителей и исполнителей соответствующих уровней.

Время на передачу исходной информации, ее обработку в вычислительном центре и рассылку соответствующим адресатам не превышает 10—15% всего периода информации. При месячном периоде обновления информации это время должно быть не более двух-трех суток, при двухнедельном — одних суток.

Управляющая информация тщательно изучается и анализируется. Результаты анализа являются основой для принятия решений по планированию и управлению мелиоративным строительством.

В процессе анализа выявляются:

объекты и работы, которые нужно форсировать или вести с ослабленной интенсивностью;

производственные подразделения, которые необходимо усилить, чтобы предотвратить срыв сроков сдачи объектов;

объекты, по которым следует изменить директивные сроки сдачи в эксплуатацию;

интенсивность загрузки отдельных исполнителей в обозреваемой перспективе для планирования отпусков или определения необходимой численности и состава работников отдельных подразделений управления.

В результате внедрения нового метода планирования и управления мелиоративно-строительными работами в шести управлениях Латвийской республики в 1967 г. представилось возможным сдать в эксплуатацию до-

срочно около 20% мелиоративных объектов, что обеспечило экономию в размере 131 тыс. руб.

Преимущества разработанной автоматизированной системы планирования и управления мелиоративным строительством в зоне осушения дают основания для разработки и внедрения аналогичных систем в ирригационном строительстве.

ЭКСПЛУАТАЦИЯ И РЕМОНТ ЗАКРЫТЫХ ДРЕНАЖНЫХ СИСТЕМ

Основные задачи технической эксплуатации закрытых дренажных систем. Виды ремонтов и сроки их проведения

В Советском Союзе построено большое количество осушительных систем одностороннего и двустороннего действия. Для примера можно назвать Трубежскую осушительно-увлажнительную систему, одну из наиболее крупных на Украине. В настоящее время в районе реки Трубежа осушено и сдано в эксплуатацию более 37 тыс. га земельных угодий, что составляет около 65% всей площади имеющихся там болот и заболоченных земель. Система начала давать прибыль через 4 года после начала строительства. Полностью же она окупила себя через 7—8 лет. На девятом году размер чистого дохода землепользователей от эксплуатации осушаемых земель стабилизировался на уровне 2,5—3 млн. руб. в год.

Главнейшей задачей технической эксплуатации осушительных систем является поддержание на осушаемой территории такого водно-воздушного режима, который необходим для выращивания высоких урожаев независимо от погодных условий года и в то же время позволяет своевременно убрать эти урожаи и вывезти полученную сельскохозяйственную продукцию с полей. Это достигается обеспечением отвода с осушенной территории избыточных вод и регулированием стока поверхностных и грунтовых вод. Последнее нередко приходится проводить не только на самой осушенной территории, но и на тяготеющей к этой территории поверхности водосбора.

Для правильного и своевременного регулирования водно-воздушного режима корнеобитаемого слоя почвы эксплуатационные органы должны располагать сведениями о ходе колебаний уровня воды в реках-водопри-

емниках и каналах осушительной сети, об изменении горизонтов грунтовых вод и о динамике влажности самого корнеобитаемого слоя. Эти сведения организует сеть гидрометрических станций и постов, которая ведет наблюдения за грунтовыми водами в специальных колодцах, определяет влажность почвы и количество выпадающих осадков.

Органам технической эксплуатации нужно содержать в исправности отрегулированные водоприемники, каналы, дороги и прочие сооружения на осушительных системах. Для этого проводятся систематические и тщательные надзоры и уход за ними. Круглый год идет охрана осушаемых земель от пожаров, своевременно выполняются все виды ремонта, ведется подготовка систем к пропуску весенних половодий и паводков.

Состояние системы в целом и отдельных ее элементов, а также все происходящие в ней изменения отражаются в специальных паспортах и инвентаризационных ведомостях.

В результате внимательного и всестороннего изучения действия осушительной системы определяются мероприятия, необходимые для улучшения технического ее состояния или для улучшения условий хозяйственного использования осушаемой территории.

Контроль за освоением осушаемой территории приобретает особое значение в настоящее время, когда перед колхозами и совхозами поставлена задача получать с каждого гектара земли максимальное количество сельскохозяйственной продукции с наименьшими затратами.

Эксплуатационные организации строят свою работу в зависимости от конкретных условий, в которых находится та или иная осушительная система, при условии, что в их распоряжении имеется экземпляр проекта, копии всех исполнительных чертежей и акт приемки системы в эксплуатацию со всеми приложениями.

Одной из причин, мешающих наладить правильную техническую эксплуатацию ранее построенных осушительных систем, является отсутствие в эксплуатационных органах документации, характеризующей эти системы. Нередко бывает так, что все сведения о существующей системе, которыми располагают водохозяйственные организации, сводятся к данным о величине осушенной

площади и о наличии осушительной сети на землях того или иного хозяйства.

Если по вновь сдаваемым в эксплуатацию осушительным системам техническая документация подготавливается строительными и проектными организациями, то по системам, находящимся в эксплуатации, она должна составляться органами технической эксплуатации.

Состав службы технической эксплуатации зависит от размеров и характера осушительной сети. Если осушительная система обслуживает или проходит через земли соседних землепользователей, то службы эксплуатации хозяйств увязывают свои действия. Может организоваться межсовхозная или межколхозная служба эксплуатации. Содержание органов служб эксплуатации относится за счет средств государственного бюджета.

Эксплуатационная служба должна быть обеспечена хозяйственными и жилыми постройками, транспортом, геодезическим инструментом и другим необходимым инвентарем.

Чтобы обеспечить нормальную безаварийную эксплуатацию осушительных систем, нужно своевременно проводить ремонтные работы на них (текущий, капитальный и аварийный ремонты).

Основной целью текущего ремонта является поддержание осушительной сети в исправном (рабочем) состоянии и увеличение срока службы отдельных ее частей. Текущий ремонт заключается в ежегодных исправлениях мелких деформаций и повреждений осушительной сети, водоприемника, сооружений и дорог.

Капитальный ремонт проводится не ежегодно, а через определенные промежутки времени. Он заключается в исправлении крупных деформаций и повреждений водоприемника, осушительной сети, сооружений и прочих элементов осушительной системы.

Необходимость в аварийном ремонте возникает в результате стихийных бедствий — наводнения, катастрофических паводков и т. п. Иногда аварии происходят из-за несоблюдения правил технической эксплуатации.

Обычно текущие ремонты проводятся 1—2 раза в год. Их проводят ремонтеры или землепользователи под надзором технического персонала эксплуатационной службы. Состав и объем работ устанавливается после осмотра. Как правило, приходится восстанавливать устья, ко-

лодцы, соединения отдельных дрен. Текущий ремонт проводится за счет эксплуатационных средств землепользователей и бюджетных ассигнований.

Все механизированные работы по капитальным и аварийным ремонтам выполняются машинно-мелиоративными станциями по договорам, заключенным с управлением эксплуатации системы или землепользователями. Сроки проведения капитальных ремонтов по элементам осушительной системы колеблются в пределах 4—20 лет (табл. 14). Аварийные ремонты ликвидируют аварии в кратчайший срок.

Таблица 14

Сроки проведения капитальных ремонтов по элементам осушительной системы

Элементы осушительной системы	Сроки проведения капитальных ремонтов
Водоприемники и крупные магистральные каналы	8—20 лет
Проводящие каналы	5—12 лет
Нагорные и ловчие каналы	4—10 лет
Регулирующие открытые каналы	4— 8 лет
Регулирующие закрытые осушители	10—25 лет
Сооружения	8—20 лет

Капитальный ремонт выполняется по сметам и проектам, составляемым по результатам обследования состояния системы. По объему работы при этом виде ремонта могут достигать 20% и более от первоначальной стоимости строительства дренажной системы. Производится капитальный ремонт за счет амортизационных средств. Аварийный ремонт проводится за счет средств капитального строительства.

Ремонт осушительных систем должен проводиться по заранее составленному проекту, содержание которого, а также материалов, необходимых для его составления, определяется видом ремонтных работ и их объемом. Составление проектных документов для проведения текущего ремонта упрощено. Они представляют собой одну или несколько ведомостей, в которых на основании актов осмотра указывается место, вид, объем и стоимость ремонтных работ, а также их исполнители. Этими же

данными ограничиваются и по аварийным ремонтам незначительного объема, которые могут быть выполнены силами эксплуатационных органов и землепользователей.

Проектно-сметные документы для капитального ремонта составляются на основе материалов специальных обследований. В отличие от ежегодного осмотра обследования проводятся за год до установленного срока капитального ремонта.

Выполняются ремонтные работы хозяйственным и подрядным способами. Выбор способа зависит от обеспеченности службы эксплуатации кадрами и транспортом. Следует отметить, что там, где служба эксплуатации хорошо организована, осушительные системы всегда находятся в работоспособном состоянии.

Так, например, в Белоруссии функционируют 28 межрайонных управлений осушительных систем (МУОС). Каждое из них обслуживает мелиоративные системы на площади от 30 до 100 тыс. га. Финансируются управления из местного бюджета и в своей деятельности подчинены областным отделам мелиорации и водного хозяйства облисполкомов и Управлению эксплуатации мелиоративных систем и кадастра Министерства мелиорации и водного хозяйства БССР. В состав управлений осушительных систем входят эксплуатационные участки, обслуживающие осушительные системы в среднем на площади 8 тыс. га.

Техническое руководство по уходу за внутрихозяйственной осушительной сетью осуществляется инженерами эксплуатационных участков МУОС, которые дают ремонтерам конкретные задания и проверяют их выполнение. За ремонтером закрепляется определенный участок осушительной сети.

В 1964 г. этот опыт был обобщен и рекомендован всем колхозам и совхозам. В том же году около 370 колхозов и совхозов республики передали управлениям осушительных систем для обслуживания мелиоративную сеть на площади 300 тыс. га, а в 1966 г. более 1100 колхозов и совхозов передали мелиоративную сеть на площади 734 тыс. га. Стоимость обслуживания осушительной сети на площади 1 га составляла в 1967 г. 1 руб. 41 коп.

Опыт обслуживания внутрихозяйственной осушитель-

ной сети силами МУОС показал, что такой путь является экономически выгодным, так как удлиняет срок службы мелиоративной сети и обеспечивает получение высоких урожаев сельскохозяйственных культур.

Повреждения и неисправности закрытого дренажа, их причины

Основными причинами преждевременного выхода дренажа из строя являются: ошибки при проектировании; низкое качество строительных работ и материалов; выход из строя (разрушение) отдельных частей систем или сопряжений между ними, а также неисправность водоприемников; заиление и зарастание дрен, их деформация; закупорка водоприемных отверстий дрен или уменьшение водоприемной способности окружающего их грунта; повреждения вследствие бесхозяйственности.

Ошибки проектирования, приводящие к преждевременному выходу дренажа из строя, связаны обычно с недостаточным учетом природных условий объекта и свойств применяемых материалов, например осадки торфяников при осушении, повышенной опасности заиления дрен в плывунах и песчаных грунтах, склонности пластмассовых дрен к заохриванию и т. п. Для предупреждения таких ошибок необходимо внимательно изучать опыт строительства и эксплуатации дренажа, проводить тщательную экспертизу проектов с учетом местных условий. Исправление ошибок проектирования производится либо путем реконструкции систем (устройство дополнительных дрен и сооружений, перекладка дрен заново и т. п.), либо путем проведения ремонтно-эксплуатационных работ соответствующего объема и содержания.

Эти ошибки обычно выявляются в первые годы эксплуатации дренажных систем.

Низкое качество строительных работ обычно выражается в несоблюдении технологических норм и правил, в отступлениях от проекта, применении некачественных материалов. Чаще всего приходится встречаться с недопустимыми отклонениями от требуемой глубины и уклона, неплотной укладкой труб и плохой защитой дрен от заиления, некачественным устройством дренажных усть-

ев, колодцев и других сооружений, а также их сопряжений с дренами и, наконец, применением бракованных, неравноценных по долговечности деталей и материалов.

Предупреждение таких неисправностей дренажа связано с повышением квалификации и ответственности исполнителей, тщательным контролем качества работ. Устраняют их тем же способом, что и ошибки проектирования.

Чаще всего дренаж прекращает работу из-за засорения или разрушения устьев, расстройства соединения дрены с устьем или колодцем, засорения колодцев и т. д. Эти неисправности должны устраняться по мере обнаружения, в порядке эксплуатационно-ремонтных работ с использованием по возможности старых конструкций, материалов и деталей.

Часто причиной неисправности дренажа бывает закупорка дрен из-за заиления или зарастания. Заиление дрен происходит в течение первых месяцев после укладки. Линии, незаиленные в течение первого года после укладки, как правило, остаются чистыми на весь последующий период их работы.

Дренаж, заложенный в суглинистых и песчаных грунтах, выходит из строя из-за закупорки трубок частицами грунта. Наибольшему заилению подвергаются дренажные трубы, уложенные в грунтах с большим содержанием мелкопесчаных и пылеватых частиц.

В зависимости от соотношения между поступлением в дрену частиц грунта (или выделением нерастворенных частиц из дренажных вод) и их выносом из дрены (так называемым твердым стоком) заиление может быть нарастающим, убывающим или установившимся. Оно может быть химическим (биохимическим), то есть слагаться из отложений, выпадающих из раствора дренажных вод, механическим — слагаться из твердых частиц, попадающих в дрену в результате суффозии грунта, либо смешанным. Следовательно, заиление зависит от химического состава дренажных вод, механического состава грунта вокруг дрены, вида защиты последней от заиления, расхода (скорости) воды в дрене, наличия отклонений от уклона, материала труб, их шероховатости. Обычно попадание частиц грунта в дрену уменьшается со временем в связи со стабилизацией окружающего грунта.

В дрену могут также проникать корни влаголюбивых трав, кустарников и деревьев и вызывать их закупорку. Иногда из-за наличия обратных уклонов в дренах возникают ледовые пробки, уменьшающие сток воды в самое ответственное время — весной.

Меры защиты от заиления и зарастания дрен предусматриваются при проектировании и строительстве. Механическое заиление, имеющее резко нарастающий характер, устраняется путем перекладки дрен заново. Прочие виды заиления и зарастания ликвидируются в порядке ремонтно-эксплуатационных работ без вскрытия или со вскрытием дрен. Обратные уклоны устраняются перекладкой дрен.

Дренажные системы могут частично или полностью прекратить работу из-за потери водоприемной способности. Причинами этого являются отложение нерастворимых солей в водоприемных щелях труб или в окружающем грунте (кольматация), а также набухание керамических труб или досок (в дощатом дренаже). В этих случаях дрены вскрывают и перекладывают заново, используя по возможности трубы, бывшие в употреблении.

О состоянии и работе дренажных систем судят по результатам внешнего осмотра устьев и других сооружений, по величине стока через устья и колодцы, состоянию растительности, появлению промоин и др. Такая проверка наиболее эффективна во влажные периоды, что не всегда удобно для своевременного устранения неисправностей. Выявленные неисправные части систем ремонтируют, а возможные причины последующих повреждений устраняют.

Периодическому осмотру в первую очередь подвергаются дренажные устья, колодцы, фильтры, а также открытые водоприемники. Осмотры проводят 1—2 раза в год. Первый раз дренаж проверяется и подготавливается к пропуску весенних вод. Во время осмотра составляются дефектные ведомости, по которым в дальнейшем выполняется необходимый ремонт.

Обнаружение мест повреждения дренажных систем. Механизмы и приспособления для этой цели

При наличии планов, привязанных к местности, определение мест повреждений дренажных систем сводит-

ся к уточнению месторасположения дрен и сооружений, их осмотру и выявлению неисправностей. Если плановый материал неполон или отсутствует вообще, ремонтно-эксплуатационные работы начинают с нахождения дренажных систем на местности.

Дрены можно искать с помощью щупа, рытьем отдельных шурфов и траншей. Щуп, сделанный из специального прута диаметром 8—10 мм, имеет утолщение на конце, уменьшающее боковое трение при погружении в грунт. Щупом находят дрену по плотности обратной засыпки траншеи (меньшей, чем плотность окружающего траншею грунта) и по соприкосновению с трубой. Расстояние между точками погружения щупа должно быть меньше наружного диаметра искомых труб, а направление поиска — перпендикулярным ожидаемому направлению дрены.

Щупом можно не только находить дрены, но и определять с помощью нивелира глубину их заложения и уклон. При этом щуп надо ставить на самый верх трубы. Удобнее всего пользоваться щупом на торфяниках.

На минеральных грунтах в местах предполагаемого нахождения дрены роют шурфы, борозды или траншеи в направлении, перпендикулярном вероятному направлению дрен, на глубину, превышающую глубину пахотного слоя на 5—10 см. Засыпанная дренажная траншея выделяется по составу и цвету грунта.

Отыскать трассу дрены и место закупорки без вскрытия можно специальным трассоискателем, принцип действия которого заключается в введении в дрену электропровода, присоединенного к источнику переменного тока звуковой частоты (1—2 кгц). Определяется местонахождение с помощью индуктора, усилителя и индикаторов (гальванометра или наушников).

При поиске трассы дрены оператор, надев наушники и держа в руке искатель, идет от места введения шланга вдоль зоны максимальной слышимости, которую он определяет, перемещая искатель поперек вероятного направления дрены (кольцо приемного контура находится в плоскости, параллельной направлению дрены). Прибор позволяет определить местонахождение шланга с точностью до 1÷2 м вдоль дрены и до 0,3÷0,5 м поперек нее. Точность поиска падает с увеличением глубины дрены и при наличии богатых железом грунтов.

В комплект дренопромывочной машины Д-910 входит трассоискатель ВТР-У. Он включает, кроме наушников, стрелочный гальванометр, аккумулятор (12 *в*), мультивибратор, преобразующий постоянный ток 12 *в* в переменный 100 *в*, 1000 гц, провод заземления со штырем длиной 1,5 м, индукторный провод, заделанный в дренопромывочный шланг, искатель с приемным контуром и усилителем. Провод пропускается внутри шланга, либо заделывается в его стенку, что предпочтительней из-за меньшего гидравлического сопротивления шланга. Конец провода присоединяется к дренопромывочной головке.

Найти места присоединения дрен к коллектору, а также обнаружить повреждения труб и разрывы в стыках можно с помощью гидравлического зонда, входящего в комплект машины В-765 (ГДР).

Зонд выполнен в виде присоединенного к дренопромывочному шлангу цилиндра с укрепленными на его венце пружинными пальцами (стержнями) с роликами на концах. Внутри цилиндра помещен толкатель, приводимый в действие давлением воды (3÷5 кг/см²), подаваемой в шланг. Обратное перемещение толкатель совершает под действием пружины. На конце толкателя установлена фассонная пластина, взаимодействующая с пружинными пальцами. При выдвижении толкателя из цилиндра пружинные пальцы разжимаются, при втягивании — сходятся.

Для зондирования коллектора или дрены в их полость на всю длину вводится дренопромывочный шланг с реактивной головкой. Конец шланга засекается трассоискателем. В этом месте отрывают шурф, вскрывают дрену и реактивную головку заменяют зондом. Затем шланг с зондом протягивают по дрене назад, причем в системе поддерживается наибольшее давление воды, и пружинные пальцы с роликами под действием толкателя стремятся разжаться. При попадании на место соединения (или повреждения) пружинный палец с роликом западает внутрь и препятствует дальнейшему протаскиванию шланга. После засечки этого места трассоискателем давление воды в шланге сбрасывают, толкатель позволяет пальцам сойтись и освободить шланг для дальнейшего движения. Шланг немного оттаскивают назад, вновь поднимают давление и продолжают зондирование.

Применение трассоискателя и зонда значительно облегчает проведение ремонтных работ. Однако, объединенные с дренопромывочной машиной (даже когда нет необходимости в промывке), они требуют значительного расхода воды и связаны с большим объемом земляных работ.

Для определения трасс дрен и мест закупорки без подачи воды в дрену могут также применяться приспособления для протаскивания в трубу провода или троса, имеющие электрический или механический привод.

Представляет интерес применяемый в Ленинградской области способ нахождения закупорок дрен по увлажнению почвы при нагнетании в последние мотопомпой воды под давлением 0,8 ÷ 1,0 кг/см². Аналогичным приемом можно, очевидно, в некоторых условиях уточнять расположение дренажной системы на местности.

Способы ремонта дренажных систем. Механизация ремонтных работ

Ремонт дренажных линий является самой тяжелой и трудоемкой из эксплуатационно-ремонтных работ. В зависимости от вида повреждений, их объема и причин могут применяться 3 способа ремонта: без вскрытия дрен; с пунктирным вскрытием дрен; их прочисткой и частичной перекладкой труб; со вскрытием дрен и сплошной перекладкой труб.

Очистка дренажа без вскрытия дренажных линий, получившая в последние годы широкое распространение, может применяться во всех случаях заиления, а также зарастания дрен. Этот способ нельзя применять, если заиление и выход из строя дренажных линий являются следствием плохой укладки (большие зазоры, сдвиг труб), несоблюдения требуемого уклона, применения некачественных материалов и т. д.

Очистка дрен без вскрытия может быть химической, гидравлической, механической и гидромеханической.

Химический способ очистки дрен применяется для борьбы с отложениями водонерастворимых соединений железа, алюминия и марганца, обычно объединяемых под названием охры. Суть этого способа заключается в

введении в дрену реагентов, переводящих соединения железа и других элементов в растворимую форму и в выводе их вместе с дренажными водами.

Большой интерес представляет биохимический способ очистки — введение в дрену бактериальных культур, переводящих нерастворимые соединения в растворимые.

В Калифорнии (США) разработан газовый метод очистки дрен. Двуокись серы в виде сжатого газа подают в дрену через специальную наклонную трубу, установленную в ее верхнем конце. После того как весь воздух из внутренней полости дрены будет вытеснен газом (об этом узнают по запаху серы, исходящему из устья), устье дрены плотно закрывают. Спустя 24 часа дрену промывают водой. Такую очистку дрен следует проводить раз в 4—5 лет.

Во Флориде (США) в качестве профилактической меры борьбы с отложениями закиси железа применяют обсыпку дрен шлаком, содержащим фосфор и имеющим щелочную реакцию. В результате химической реакции соединения железа выпадают в осадок до поступления их в полость дрены.

Гидравлический способ очистки дрен без вскрытия сейчас наиболее распространен. Существуют две его разновидности: без протаскивания шланга по дрене и с протаскиванием.

Суть гидравлической очистки без протаскивания шланга заключается в создании в дрене скоростей воды, достаточных для размыва и выноса отложений (до 1,0 ÷ 2,0 м/сек). Для этого верхнюю часть дрены вскрывают и в трубу вводят нагнетательный шланг от насосной передвижной станции или мотопомпы. Вода из подвезенной цистерны или других источников нагнетается под давлением 0,5 ÷ 1,0 кг/см². При этом достигается удовлетворительная промывка дрен, наполовину заиленных.

Достоинствами такого способа промывки дрен являются простота и надежность применяемых устройств, высокая производительность, низкая стоимость и низкая трудоемкость работ в благоприятных условиях, возможность промывки целых систем без вскрытия соединений дрен с коллектором. Недостатками — потребность в большом количестве воды, возможность очистки дрен лишь от сравнительно легко размываемых отложений, отсутствие контроля за остаточным заилением.

Гидравлическая очистка труб с введением в них напорного шланга дает более надежные результаты и поэтому чаще применяется.

Сущность этого способа заключается в том, что в полость дрены вводится гибкий шланг, имеющий на конце головку с фронтальным и тыльными отверстиями (соплами). Подаваемая к головке под давлением вода, выходя с большой скоростью через фронтальное сопло, размывает наносы, находящиеся перед головкой, а струи, выходящие из тыльных сопел, создают реактивную силу, которая двигает шланг с головкой вперед по дрене. Вода и размытые наносы (пульпа) без затруднения вытекают из дрены.

В Смолевичской ММС изготовлена установка, смонтированная на тракторе ДТ-54, для промывки дрен, которая полностью очищает от ила дрену диаметром 5 см на протяжении 100 м за 31 мин. (производительность агрегата 3,2 м/мин). Шланг длиной 100 м извлекается из дрен и наматывается на барабан в течение 9 мин. На очистку дренажной линии длиной 100 м расходуется 2000 л воды, расход ее составляет 64 л/сек. При закупорке дрен на 50% скорость продвижения наконечника равняется 6,6 м/мин при общем расходе воды 1100 л. Однако при сильном заилении дрен напор, развиваемый насосом, недостаточен.

Порядок работы агрегата следующий. Сначала очищают открытый канал, в который введены закрытый коллектор или дрены, требующие очистки. Это необходимо для отвода вод, поступающих при промывке дрен. Затем вскрывают устье дрены и через каждые 50 м по длине ее роют шурфы над дреной для контроля за продвижением наконечника со шлангом. В очищенную дрену вводят наконечник на длину до 1 м, после чего приводят в действие насос.

В настоящее время минским СКБ «Мелиормаш» создана дренопромывочная машина Д-910 (рис. 30), в которой рабочий орган выполнен в виде наконечника с соплами.

Машина предназначена для гидравлической очистки дрен диаметром более 300 мм и является прицепной к колесному или гусеничному трактору с приводом от собственного карбюраторного двигателя УД-25С мощностью

10 л. с. при 1470 об/мин. Насос трехплунжерный НТП-9А, производительностью 85 л/мин с рабочим давлением 20 кг/см², потребляемая мощность 7,5 л. с.

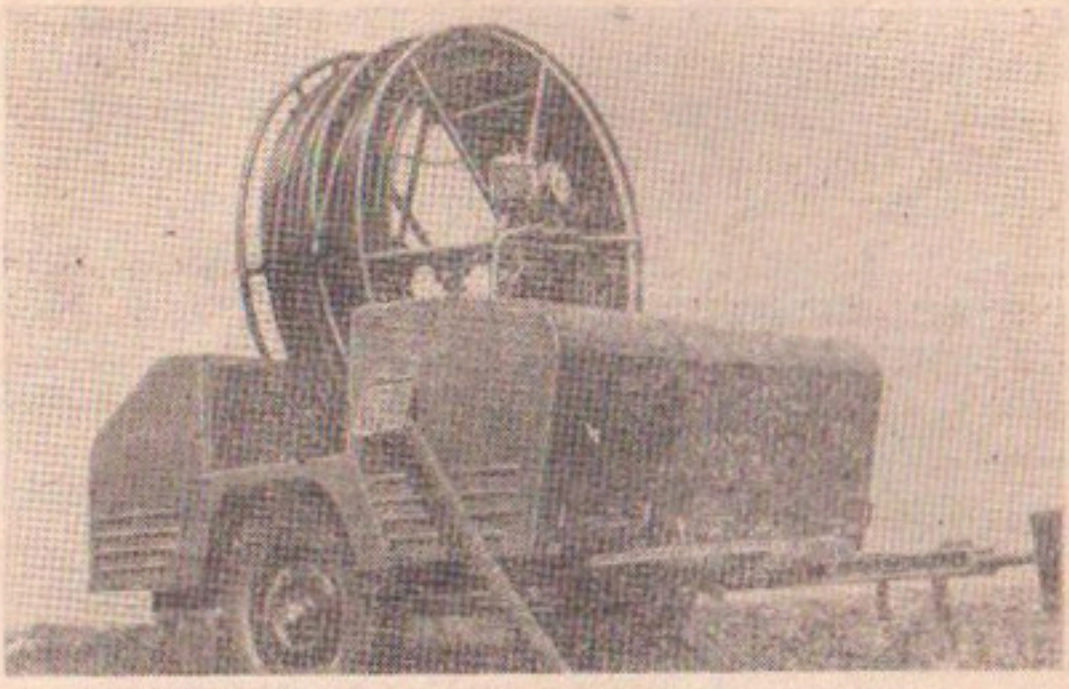


Рис. 30. Дренопромывочная машина Д-910

Габариты машины: длина — 3140 мм; ширина — 1800 мм; высота — 2340 мм; дорожный просвет — 320 мм; колея — 1500 мм; вес — 830 кг. Машину обслуживают 3 человека. Расчетная средняя производительность — 100 м/час. Вода через заборный шланг попадает в приемный коллектор и насосом через нагнетательный коллектор подается к барабану, к полой оси которого через пробковый трехходовой кран присоединены нагнетательные шланги, выполненные из полиэтилена, с промывными головками на конце. Внутри шланга протянут изолированный провод трассоискателя, один конец которого присоединен к головке, а другой — к генератору звуковой частоты. Длина шлангов 120 и 150 м, диаметр 32/22 и 26/18 мм.

Порядок работы следующий. Сначала находят дрену, отрывают вручную или с помощью экскаватора шурф на 0,3—0,5 м глубже заложения дрены. Затем опускают заборный шланг в цистерну или водоприемник, имеющий достаточное количество чистой воды, и включают двигатель. Шланг с промывочной головкой сматывают с барабана и вставляют в дрену. Увеличив обороты двигате-

ля, включают в работу насос. При встрече с препятствием или при использовании всей длины шланга определяют местонахождение головки. Извлечение шланга из дрены, в зависимости от степени заиления, производят с подачей или без подачи воды. На месте непреодолимого препятствия или в конце промытого участка снова роют шурф, препятствие устраняют и промывку продолжают. После окончания промывки дрену на месте шурфа восстанавливают, а шурф засыпают.

Для доставки воды к дренам используются тракторные прицепные цистерны или автоцистерны, число которых зависит от их емкости, дальности и скорости перевозки, а также производительности промывочной машины.

Средний расход воды на промывку дрены составляет 5—6 л/пог. м и колеблется в зависимости от степени заиления и других причин (может достигать 40—60 л/пог. м).

От шурфа к шурфу машину перевозит трактор, доставляющий воду или специально для этого предназначенный.

Время отрывки шурфа вручную 15—20 мин., восстановление дрены с засыпкой шурфа занимает около 30 мин.

Дренопромывные устройства типа Д-910 значительно облегчают процесс очистки дрен. Однако из-за слабой механизации вспомогательных работ (рытье шурфа, доставка воды) коэффициент использования по времени промывочной машины очень низок (0,16—0,20).

Дренопромывочная машина ПДТ-15 создана ГСКБ по ирригации для зоны орошения. Она состоит из насоса с электродвигателем мощностью 8 квт, приводимым в действие от передвижной электростанции, имеет напорный шланг длиной 50 м, диаметром 38/56 мм, на конце которого установлена реактивная головка. Для откачки пульпы из шурфа используется землесос на одноосном прицепе.

Сменная производительность машины не превышает 150 м, а коэффициент ее использования такой же, как и у Д-910 (не превышает 0,2).

Промывку дрен с помощью ПДТ-15 осуществляют 9 человек. Сначала подключаются емкости к насосу, за-

тем в дрену подается шланг с реактивной головкой и начинается промывка с откачкой пульпы из шурфа. После промывки дрены машину переводят в транспортное положение, дренажную линию в шурфах восстанавливают и засыпают.

ГСКБ по ирригации разработало новый вариант дренопромывочной машины (рис. 31). Она собрана на ко-

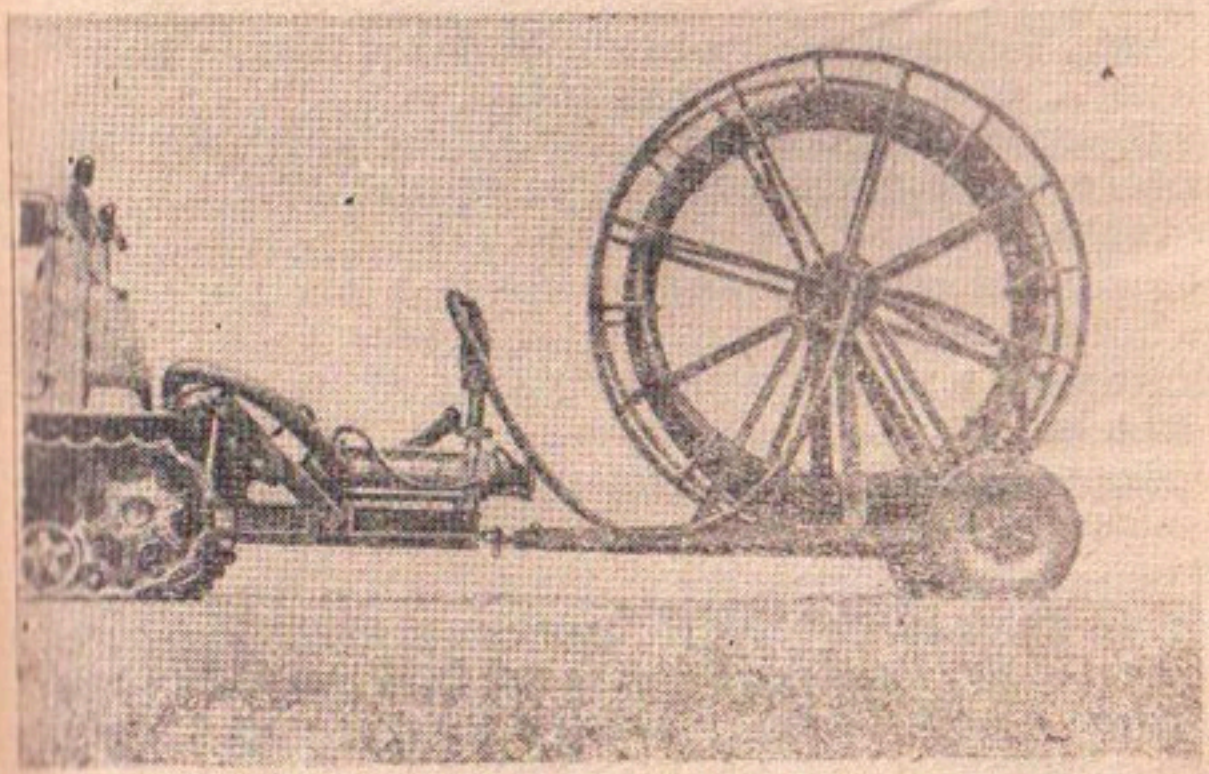


Рис. 31. Дренопромывочная машина конструкции ГСКБ по ирригации

лесном шасси и включает в себя насос с приводом от ВОМ трактора ДТ-75 и шланг с реактивной головкой, намотанный на барабан. В комплект машины входит емкость на двухосном прицепе к трактору ДТ-75 и насос с бензиновым двигателем для откачки пульпы из шурфов. Исключение электростанции положительно отразилось на производительности работ и снижении стоимости промывки.

Следует отметить, что гидравлический способ очистки дрен с протаскиванием шланга имеет существенные недостатки:

потребляет большое количество воды, подаваемой при высоком давлении, что повышает требования к воде, к насосу и шлангам;

имеет ограниченную реактивную тягу, низкую размывающую и выносную способности;

не может очищать дрены от сцементировавшихся наносов и растительности;

имеет низкую производительность из-за значительной трудоемкости вспомогательных работ.

Увеличить реактивную тягу и размывающую способность можно, придав головкам совершенную гидродинамическую форму и снизив гидравлические потери до минимума. С этой целью используются головки, не имеющие фронтального сопла или имеющие регулируемое соотношение расходов воды через фронтальное и тыльные сопла.

Чтобы облегчить движение шланга в дрене и увеличить выносную способность, шланг должен быть с полыми стенками и подавать по нему следует не только воду, но и воздух.

Механический способ очистки дрен получил большое распространение.

Применяемые машины для механической очистки состоят из комплекта быстросоединяемых гибких стержней длиной по 10—30 м, диаметром 8—32 мм и механизма вращательного привода. Головная секция стержня — более короткая (4—6 м), оснащается инструментом, спиральным рыхлителем, буравом, ершом и др. При подаче вращающегося гибкого стержня в трубопровод происходит рыхление находящихся там наносов, которые выносятся потоком воды наружу. Скорость вращения гибкого стержня — до 200 об/мин, скорость проталкивания — до 15—40 м/мин, диаметр очищаемых труб до 300 мм и более.

Более совершенные машины такого типа имеют гибкий стержень длиной до 200—250 м, намотанный на закрытый барабан. Скорость сматывания стержня и скорость вращения барабана регулируются. Производительность барабанных машин при очистке достигает 1 км/смену. Их монтируют на автошасси или делают прицепными.

Перед началом очистки гибкий стержень пропускают в направляющий шланг, длина которого соответствует глубине шурфа. К концу стержня крепят нужный рабочий инструмент. Затем направляющий шланг опускают

в шурф и заправляют в устье трубы, включают двигатель машины и начинают прочистку.

При механической очистке хорошо разрыхляются любые наносы и закупорки, нет нужды в доставке воды, машины более легки и маневренны. Однако эффективная очистка дрен с их помощью возможна лишь при стоке, достаточном для выноса разрыхленных отложений, или при последующей промывке дрен. Энергоемкость механической очистки в несколько раз меньше гидравлической.

Представляют интерес очистительные устройства с гидромеханическим рыхлением наносов, с активной или реактивной тягой шланга и головки, с выносом наносов из дрены с помощью воды. Следует, однако, отметить, что широкого распространения эти устройства пока еще не получили.

Ремонт дрен без вскрытия часто не может быть проведен из-за отсутствия соответствующего оборудования либо из-за необходимости устранить местные повреждения или другие неисправности дрен. Тогда проводят пунктирные вскрытия дрены (шурфы отрывают на расстоянии 10—15 м друг от друга), определяют причину заиления и устраняют ее. Шурфы имеют минимальный размер 0,5×1,0 м.

После вскрытия из дрены извлекают 1—2 трубы и прочищают участок между двумя шурфами. Для прочистки используют проволоку диаметром 4—5 мм, длиной 15—20 м, со спиралью на конце. Ее проталкивают в дрену с одновременным прокручиванием и периодически вытаскивают назад вместе с наилком, застрявшим между витками спирали. Затем сквозь дрену пропускают ерш. Прочистка ведется снизу вверх. Конец очищенного участка защищают от засорения временной пробкой из мха, минеральной ваты или иного фильтрующего материала.

Если ремонт без вскрытия или с пунктирным вскрытием не позволяет восстановить работоспособность дрен, прибегают к их полному вскрытию и сплошной перекладке. При ремонте со сплошной перекладкой вначале отыскивают трассы дрен, размечают их, а затем вскрывают, отрывая траншеи шириной 0,4—0,6 м и глубиной на 4—5 см выше шелыги труб.

Для рытья траншей используют одноковшовый или многоковшовый экскаватор. Чтобы выбрать грунт по бокам труб и тем самым облегчить труд рабочих, ковши экскаваторов снабжают двумя специальными зубьями, расстояние между которыми немного больше наружного диаметра трубы. После этого вручную лопатой обнажают трубы, извлекают их и прочищают, дорабатывают траншею и укладывают в нее трубы заново.

Прочищают трубы вручную или с помощью приспособлений с набором оправок (ершей, буравов, спиралей), которое приводится в движение от какого-либо двигателя.

Остальные ремонтные работы с перекладкой труб аналогичны обычным работам по строительству дренажа. Трудоемкость и стоимость дополнительных работ, связанных с перекладкой труб, бывших в употреблении, зачастую столь велики, что перекрывают стоимость возврата труб. Поэтому этим способом выгоднее ремонтировать линии из более дорогих труб или большого диаметра (коллекторы).

Ремонт дренажных сооружений, как правило, должен предшествовать ремонту сети. Он может носить характер реконструкции, в процессе которой производится замена таких узлов, как устья, колодцы, фильтры и т. п. Эти работы по своему объему и составу близки обычному дренажному строительству и выполняются теми же способами и механизмами.

При строительстве или замене дренажных сооружений используются экскаваторы Э-154, Э-153, Э-157 или другие механизмы, выполняющие земляные и подъемно-транспортные работы. Для очистки дренажных колодцев могут применяться прицепные жижеразбрасыватели с эжектором РЖ-1,7, илососы ИЛ-980, а также грейферные ковши экскаваторов, лучше всего многолепестковые. Механизированная очистка колодцев целесообразна лишь при достаточно большом объеме работ. Отдельные колодцы чистятся вручную, черпаками.

Чтобы облегчить труд по ремонту дренажных сооружений и увеличить его производительность, нужен рациональный подбор инструментов, средств малой механизации, ремонтных материалов и подъемно-транспортных средств.

Организация работ при уходе за закрытыми дренажными системами и ремонте их

Правильная организация работ, выбор нужной технологии имеют для ремонта и эксплуатации дренажа столь же большое значение, что и для строительства.

Для ухода за дренажем и сооружениями и их ремонта целесообразно оборудовать фургон-будку на двухосном прицепе, снабдив его набором инструмента.

Состав ремнабора уточняется в зависимости от местных условий. Для транспортировки прицепа пользуются трактором или автомашиной. Прицеп с ремнабором закрепляется за одним мелиоратором, ведающим уходом и текущим ремонтом дренажа на закрепленных за ним объектах.

Ремонтные работы на дренажных системах бывают однородные (сплошная прочистка дренажных линий или их перекладка, ремонт дренажных сооружений) и неоднородные (прочистка отдельных дрен, ремонт устьев, колодцев, сопряжений).

В первом случае возможна поточная организация работ в больших объемах с использованием производительных узкоспециализированных механизмов и звеньев рабочих. Во втором — требуются универсальные наборы механизмов и приспособлений, важна не столько техническая производительность, сколько приспособляемость к требованиям и мобильность, а также возможность обеспечить полную и производительную загрузку механизмов. Исходя из этого, можно считать, что для перекладки труб на системах в первом случае удобнее применять траншеекопатели непрерывного действия (ЭТН-171 и др.), а во втором — одноковшовые экскаваторы.

Особый интерес представляет рациональное использование дренопромывочных машин. Эти машины обслуживаются 3—7 человеками, включая тракториста. Кроме трактора машине придаются 1—2 прицепные цистерны для воды и изредка экскаватор для рытья шурфов.

Как показывает опыт, эксплуатационная производительность машин много ниже расчетной из-за больших межоперационных простоев и недостаточной механизации вспомогательных работ. Рытье шурфов вручную за-

нимает до 50—56% сменного времени и особенно сильно влияет на производительность при очистке глубоких дрен короткими участками. Длина участка, промываемого с одного прохода, также влияет на производительность машины. На стоимость работ сильно влияют затраты по доставке промывочной воды, составляющие в некоторых случаях 10—30% общих затрат. Кроме того, простои в ожидании воды сильно снижают производительность (табл. 14).

Таблица 14

Использование времени при промывке дрен машиной и отрывке шурфов вручную (%)

Время работы	В том числе						
	промывка	земляные работы	транспортировка воды	подготовительные и заключительные работы	переезды на объекте	отдых	прочее
100	20,5	48,3	13,0	5,3	7,0	3,5	2,4

Примечания: 1. Вода подвозилась на прицепе в емкости 3 м³ на расстояние 0,5 км.

2. Состав бригады: 4 человека, включая тракториста.

Только рациональная организация труда и выбор нужных механизмов могут повысить производительность дренопромывочных машин.

На однородных ремонтных работах хорошие результаты может дать поточно-цикличный метод, при котором рабочий процесс разбивается на элементы, выполняемые специализированными исполнителями последовательно, а фронт работ соответственно расширяется. Например, по поточно-цикличному способу очистки дрен с применением машины Д-910, разработанному СКБ «Мелиормаш», работа ведется одновременно на четырех находящихся рядом дренах. В то время как на первой дрене рабочие отыскивают трассу и размечают шурф, на второй дрене шурф отрывают, готовя его для машины, промывающей в это время третью дрену, а очищенная четвертая дрена в это время заделывается. После выполнения работ на одной дрене звенья переходят на следующие. По продолжительности элементы цикла приблизительно равны.

Поточно-цикличная технология требует строгой организации труда, правильного распределения элементов цикла по затратам труда и машинного времени. При соблюдении этих условий выработка за счет сокращения межоперационных простоев может увеличиться в 2—4 раза.

Для рытья шурфов во всех случаях целесообразно иметь навешенное на трактор экскаваторное оборудование (ПЭ-0,8; Э-153 и др.) либо легкий экскаватор (Э-157, Э-158), используемый для транспортировки дренопромывочной машины, очистки колодцев и других работ на объекте. Затраты и простои, связанные с доставкой воды, могут быть уменьшены при использовании 2—3 цистерн и трактора. Большое значение имеет также экономное расходование воды на промывку.

Наряду со способами рационального применения известных механизмов и приемов совершенствование механизации эксплуатационно-ремонтных работ требует создания и отработки новых машин и методов.

СОДЕРЖАНИЕ

Дренажные системы и конструкции дрен 5
Назначение и типы дренажных систем 5
Конструкции дренажа в зонах избыточного увлажнения орошения 13
Материалы, применяемые при строительстве закрытых дренажных систем 18
Соединительная арматура и дренажные сооружения . . 27
Способы строительства закрытого дренажа 31
Траншейный способ 32
Узкотраншейный способ 40
Бестраншейный способ 44
Технико-экономическая оценка способов строительства закрытого дренажа 47
Машины, механизмы и орудия для строительства закрытого дренажа 55
Траншейные дреноукладчики 55
Узкотраншейные дреноукладчики 61
Бестраншейные дреноукладчики 65
Способы поддержания заданной глубины копания и автоматизация выдерживания уклона 68
Организация производства работ по строительству закрытого дренажа 72
Подготовительные работы 72
Укладка дренажных материалов 84
Обратная засыпка, контроль за качеством строительства и приемка работ 98
Планирование и управление мелиоративным строительством
Эксплуатация и ремонт закрытых дренажных систем . . . 106
Основные задачи технической эксплуатации закрытых дренажных систем. Виды ремонтов и сроки их проведения . 112
Повреждения и неисправности закрытого дренажа, их причины 117
Обнаружение мест повреждения дренажных систем. Механизмы и приспособления для этой цели 119
Способы ремонта дренажных систем. Механизация ремонтных работ 122
Организация работ при уходе за закрытыми дренажными системами и ремонте их 131

Владимир Степанович Казаков
Евгений Дмитриевич Томин

МЕХАНИЗАЦИЯ СТРОИТЕЛЬСТВА ЗАКРЫТОГО ДРЕНАЖА НА ОСУШАЕМЫХ И ОРОШАЕМЫХ ЗЕМЛЯХ

Редактор *Ю. А. Федорова*
Обложка художника *Е. Н. Алексеева*
Технический редактор *Л. Г. Левина*
Корректор *А. В. Крымова*

Л37759 Сдано в набор 7/VII 1969 г. Подп. в печать 21/X 1969 г. Объем 7,38 усл. печ. л. 7,87 уч.-изд. л. Формат 84×108$^{1}/_{32}$ Тираж 5800 Изд. № 722 Заказ 109. Цена 24 коп.
Отпечатано на тип. бум. № 3.
Объявлено в т. п. 1969 г. № 49
Россельхозиздат, г. Москва, И-139, Орликов, 3а.

Калужская областная типография управления по печати облисполкома, пл. Ленина, 5.