Н. Н. НЕТРЕБА

ТЕХНОЛОГИЯ ДРЕНАЖНЫХ РАБОТ



Н.Н. НЕТРЕБА

ТЕХНОЛОГИЯ ДРЕНАЖНЫХ РАБОТ

ЛЕНИНГРАД „КОЛОС“
Ленинградское отделение, 1982

Введение

Продовольственная программа СССР на период до 1990 г. предусматривает дальнейшее повышение роли мелиорации в увеличении производства сельскохозяйственных продуктов. К 1990 г. намечено довести площадь осушенных земель до 18—19 млн. га.

В условиях современного интенсивного сельского хозяйства наиболее распространенный способ регулирования водно-воздушного режима почвогрунтов — закрытый горизонтальный дренаж. Учитывая последовательный рост объемов дренажных работ в гумидной зоне, а также ограниченность там трудовых ресурсов, особое внимание при внедрении этого способа необходимо уделить вопросам совершенствования технологии, организации и комплексной механизации трудоемких операций.

Важнейшим направлением научно-технического прогресса в мелиоративном строительстве является внедрение новых технологий мелиоративно-строительных работ на основе улучшения использования имеющейся техники, освоения более мощных и эффективных машин и механизмов, совершенных методов организации строительства, новых конструкций и материалов. Это должно обеспечить значительный рост производительности труда, ликвидацию сезонности и повышение качества мелиоративных работ.

Успешное внедрение в практику мелиоративного строительства новых дреноукладочных комплексов, прогрессивных конструкций дренажных труб, защитно-фильтрующих материалов и сооружений связано с решением комплексных конструктивно-технологических и организационных задач.

В мелиоративное освоение все больше вовлекаются объекты со сложными гидрогеологическими условиями — высокими уровнями грунтовых вод в течение года, неустойчивыми в процессе разработки водонасыщенными грунтами, залесенными участками и т. д. В таких условиях технические возможности применяемых серийных экскаваторов-дреноукладчиков используются недостаточно эффективно, имеет место снижение качественных показателей строительства.

Актуальными остаются вопросы перехода мелиоративно-строительных организаций на круглогодовое производство работ. Это позволяет сократить сроки ввода объектов в эксплуатацию, повысить коэффициент использования парка мелиоративной техники, рационально расходовать трудовые ресурсы в течение всего года. Однако успех дела при этом во многом зависит от правильного выбора объектов по почвенно-грунтовым условиям, строгого обоснования мероприятий по предохранению грунтов от промерзания, применения рационального для разработки мерзлых грунтов комплекса машин и механизмов.

Все большее применение в практике дренажного строительства Нечерноземной зоны РСФСР находит бестраншейный способ формирования дренажных трубопроводов с использованием дреноукладочного комплекса МД-4, позволяющего значительно повысить производительность дренажных бригад. Эффективность этого способа во многом определяется своевременной инженерной подготовкой объектов строительства, увязкой технологических схем прокладки дренажных трубопроводов с конструктивными особенностями дренажных систем. Здесь открываются большие возможности для применения новых конструкций дренажных труб, фильтрующих элементов и дренажной арматуры. Применение полимерных материалов в дренажном строительстве позволяет повысить уровень механизации технологических процессов и снизить трудозатраты на производство работ.

Вместе с тем объемы строительства керамического дренажа на ближайшую перспективу будут значительными, что требует решения вопросов максимальной механизации многих трудоемких операций при формировании дренажных трубопроводов из керамических труб.

В настоящей работе на основе обобщения передо-

вого производственного опыта мелиоративно-строительных организаций и завершенных в последние годы научных и конструкторских разработок приведены сведения по широкому кругу актуальных вопросов технологии, организации и механизации дренажных работ. Уделено внимание комплексной инженерной подготовке и организации комплексных бригад при строительстве. Описаны новые дреноукладочные комплексы машин и рациональные конструкции дрен и дренажных сооружений, отвечающих индустриальным формам организации и ведения современного мелиоративного строительства, технология выполнения агромелиоративных приемов на закрытых дренажных системах, устраиваемых на площадях со слабоводопроницаемыми грунтами.

Представленный в книге материал может быть использован в практической деятельности специалистами-мелиораторами, занятыми на строительстве закрытых дренажных систем в Нечерноземной зоне РСФСР.

1. ЗАКРЫТЫЕ ДРЕНАЖНЫЕ СИСТЕМЫ

1.1. Основные элементы коллекторно-дренажной сети

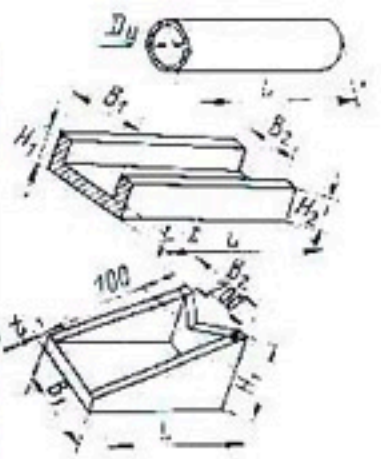
Современные закрытые осушительные системы сельскохозяйственного назначения являются сложными инженерными сооружениями, состоящими из большого количества отдельных конструктивных элементов. В состав закрытой осушительной дренажной сети входят водоприемник, открытые проводящие и оградительные каналы, коллекторно-дренажная сеть, сооружения.

Закрытая коллекторно-дренажная сеть выполняется из керамических, пластмассовых, асбоцементных, деревянных или бетонных труб. На сети устраиваются устья, колодцы различного назначения, поглотительные колонки и другая дренажная арматура.

Дренажные устья. Применяются для сопряжения коллектора с каналом. Устье состоит из устьевой трубы и оголовка, на который устанавливается устьевая труба. В практике строительства применяются цельноблочные объемные оголовки и оголовки, выполненные из лотков различной высоты и длины. Устьевые трубы применяются асбоцементные, бетонные, железобетонные или пластмассовые.

Устье с цельноблочным объемным оголовком обычно устраивается в случае выхода коллектора в канал-водоприемник на высоте до 0,5 м над его дном. Устье с лотками применяется в случае выхода коллектора в канал водоприемника на высоте более 0,5 м. В этом случае устьевая труба опирается на лоток, уложенный по откосу до дна канала. Диаметр асбоцементной устьевой трубы должен соответствовать диаметру дренажных труб коллектора. Для коллекторов с диаметрами 50, 100, 125, 150, 175 и 200 мм подбираются асбоцементные трубы с диаметрами 50, 100, 125, 150, 175 и 200 мм соответственно. Основные параметры сборных элементов дренажных устьев приводятся в табл. 1.

1. Параметры конструктивных элементов дренажных устьев

Конструктивный элемент	Размер, мм							Эскиз конструктивного элемента
	D_y	L	B_1	B_2	H_1	H_2	t	
Устьевая труба:								
железобетонная	200	2000	—	—	—	—	—	
асбоцементная или пластмассовая	300	2500	—	—	—	—	—	
Лоток устья типа:								
1	—	1500	240	340	130	180	40	
2	—	800	300	390	230	230	40	
3	—	1000	500	610	400	400	50	
Оголовок устья дренажной сети	—	550	600	270	550		50	

Устья коллекторов закрытой дренажной сети устраиваются вслед за укладкой коллекторных труб. Укладка устьевых труб в устойчивых грунтах допускается непосредственно на грунт. В легкоразмываемых и неустойчивых грунтах устьевая труба и первые 4—5 керамических коллекторных труб укладываются на утрамбованный грунт с гравийной подготовкой. В плывунах и других слабых грунтах железобетонные устья сооружаются на свайном или бетонном основании по типовым проектам, привязанным к местности.

Уклон устьевой трубы в сторону водоприемника не должен быть меньше уклона нижней части коллектора. На конце устьевой трубы нужно устанавливать решетку.

Концевая часть дренажного устья заканчивается на расстоянии 0,2—0,3 м от поверхности откоса канала и располагается на высоте не ниже чем на 0,5 м над дном русла неукрепленного водоприемника и на 0,3 м — укрепленного. Устья располагают не ближе 5 м от места возможного стока поверхностных вод в водоприемник и устраивают над ним земляной валик.

Сопряжение асбоцементных и железобетонных устьевых труб с коллектором осуществляется при помощи муфт или отрезков труб большого диаметра. Места соединения устьевой трубы с коллектором заделываются

цементным раствором. Затем их засыпают грунтом, который послойно уплотняется.

Для предохранения нижней части откоса и дна канала от размыва дренажным стоком под устьевой трубой устанавливается железобетонный лоток или устраивается каменное мощение.

В последнее время в мелиоративном строительстве взамен существующих конструкций из асбестоцемента и бетона используются полиэтиленовые дренажные устья сборной конструкции. Устье состоит из корпуса, изготовляемого из полиэтилена низкой плотности (ПНП) с наполнителем, и навитой головки. Устье отличается эластичностью и при глубоком промерзании откосов водоприемника обеспечивает надежное соединение с коллектором. Головка благодаря своей конструкции способна принимать нагрузки, возникающие от замерзания и оттаивания окружающей среды без влияния на остальные элементы устья. Клапан раздельного типа из ПНП обеспечивает свободный сброс воды и предотвращает проникновение в дренопровод мелких животных.

Соединение устья с коллекторной трубой осуществляется при помощи эластичного раструба, что позволяет во время эксплуатации значительно перемещать и сдвигать устьевую трубу относительно коллектора без нарушения плотности соединения. Следует отметить, что раструб служит анкером, предотвращающим осевое перемещение устья. Применение раструба навитой конструкции позволяет осуществлять присоединение коллекторной трубы, наружный диаметр которой отличается от номинального.

Для укрепления откосов каналов и водоприемников в местах выхода устьевых сооружений дренажных коллекторов обычно применяют дерн. Но в связи с тем, что заготовка дерна трудоемка и, кроме того, наносит ущерб сельскохозяйственным угодьям, целесообразно дерн заменять торфодерновыми коврами (ТДК).

Их выращивают и заготавливают на массивах верховых торфяников по технологии, изложенной в «Рекомендациях по производству и использованию торфодерновых ковров в мелиоративном строительстве» (Л., 1980). Большой производственный опыт применения ТДК имеет объединение Ленмелиорация. Способ крепления устьевой части коллекторов определяется глубиной канала и механическим составом грунта.

Ковер представляет собой плотное переплетение корней злаковых растений, высеваемых на предварительно удобренный и прозвесткованный верхний слой торфяного массива с торфяной основой толщиной 1,5—2 см. Процесс выращивания торфодерновых ковров занимает 40—45 дней. Съем торфодерновых ковров осуществляется специальным механизмом, подрезающим дерн и сворачивающим его в рулоны. Машина производит нарезку лент дернины шириной 0,6 м и длиной 1,5—2 м.

Торфодерновые ковры, доставленные на объект, укладывают на откосы в течение 2—3 дней. В соответствии с ТУ 92147—78 они должны иметь толщину от 10 до 40 мм, массу 1 м² не более 25 кг, прочность на разрыв не менее 20 кПа. Ленты ковров укладывают встык и плотно прижимают к поверхности грунта.

Дальнейший уход за торфодерновыми коврами состоит в скашивании травостоя, поливе в сухое время года (2—3 раза в месяц) и подкормке минеральными удобрениями. Необходимость подкормки определяется визуально по окраске листовой поверхности. После внесения удобрений обязательным является полив из расчета 10 л на 1 м².

Торфодерновые ковры можно хранить в рулонах на бровках канала или приобъектном складе 3—5 дней при влажности торфяной основы 75—80 %.

Дренажные колодцы. Дренажные колодцы по функциональному назначению разделяются на следующие типы: колодцы-отстойники смотровые, колодцы смотровые с перепадом, колодцы регулирующие, колодцы поглощающие, колодцы-фильтры.

В типовых проектах колодцы смотровые для закрытых дренажных систем приняты открытого и закрытого типов с диаметром колец 100, 150 и 200 см. Высота колец принимается 590 и 890 мм. В случае отсутствия колец с днищами устраивают нижнюю секцию из железобетонных плит, на которые устанавливается кольцо без днища. Смотровой колодец предназначен для наблюдения за работой системы в местах резкого поворота коллектора в плане, резкого уменьшения уклонов, при сопряжении нескольких коллекторов, на прямых участках коллекторов при значительной их длине.

Колодцы с перепадом устанавливаются на участках при значительных уклонах местности и необходимости резкого изменения глубины заложения коллекторов или соединения нескольких коллекторов на разных уровнях. Эти колодцы одновременно служат отстойниками, для чего предусматривается перепад от дна колодца до нижней кромки трубы коллектора не менее 30 см. Основные параметры открытых смотровых дренажных колодцев приведены ниже:

цементным раствором. Затем их засыпают грунтом, который послойно уплотняется.

Для предохранения нижней части откоса и дна канала от размыва дренажным стоком под устьевой трубой устанавливается железобетонный лоток или устраивается каменное мощение.

В последнее время в мелиоративном строительстве взамен существующих конструкций из асбестоцемента и бетона используются полиэтиленовые дренажные устья сборной конструкции. Устье состоит из корпуса, изготовляемого из полиэтилена низкой плотности (ПНП) с наполнителем, и навитой головки. Устье отличается эластичностью и при глубоком промерзании откосов водоприемника обеспечивает надежное соединение с коллектором. Головка благодаря своей конструкции способна принимать нагрузки, возникающие от замерзания и оттаивания окружающей среды без влияния на остальные элементы устья. Клапан раздельного типа из ПНП обеспечивает свободный сброс воды и предотвращает проникновение в дренопровод мелких животных.

Соединение устья с коллекторной трубой осуществляется при помощи эластичного раструба, что позволяет во время эксплуатации значительно перемещать и сдвигать устьевую трубу относительно коллектора без нарушения плотности соединения. Следует отметить, что раструб служит анкером, предотвращающим осевое перемещение устья. Применение раструба навитой конструкции позволяет осуществлять присоединение коллекторной трубы, наружный диаметр которой отличается от номинального.

Для укрепления откосов каналов и водоприемников в местах выхода устьевых сооружений дренажных коллекторов обычно применяют дерн. Но в связи с тем, что заготовка дерна трудоемка и, кроме того, наносит ущерб сельскохозяйственным угодьям, целесообразно дерн заменять торфодерновыми коврами (ТДК).

Их выращивают и заготавливают на массивах верховых торфяников по технологии, изложенной в «Рекомендациях по производству и использованию торфодерновых ковров в мелиоративном строительстве» (Л., 1980). Большой производственный опыт применения ТДК имеет объединение Ленмелиорация. Способ крепления устьевой части коллекторов определяется глубиной канала и механическим составом грунта.

Ковер представляет собой плотное переплетение корней злаковых растений, высеваемых на предварительно удобренный и произвесткованный верхний слой торфяного массива с торфяной основой толщиной 1,5—2 см. Процесс выращивания торфодерновых ковров занимает 40—45 дней. Съем торфодерновых ковров осуществляется специальным механизмом, подрезающим дерн и сворачивающим его в рулоны. Машина производит нарезку лент дерины шириной 0,6 м и длиной 1,5—2 м.

Торфодерновые ковры, доставленные на объект, укладывают на откосы в течение 2—3 дней. В соответствии с ТУ 92147—78 они должны иметь толщину от 10 до 40 мм, массу 1 м² не более 25 кг, прочность на разрыв не менее 20 кПа. Ленты ковров укладывают встык и плотно прижимают к поверхности грунта.

Дальнейший уход за торфодерновыми коврами состоит в скашивании травостоя, поливе в сухое время года (2—3 раза в месяц) и подкормке минеральными удобрениями. Необходимость подкормки определяется визуально по окраске листовой поверхности. После внесения удобрений обязательным является полив из расчета 10 л на 1 м².

Торфодерновые ковры можно хранить в рулонах на бровках канала или приобъектном складе 3—5 дней при влажности торфяной основы 75—80 %.

Дренажные колодцы. Дренажные колодцы по функциональному назначению разделяются на следующие типы: колодцы-отстойники смотровые, колодцы смотровые с перепадом, колодцы регулирующие, колодцы поглощающие, колодцы-фильтры.

В типовых проектах колодцы смотровые для закрытых дренажных систем приняты открытого и закрытого типов с диаметром колец 100, 150 и 200 см. Высота колец принимается 590 и 890 мм. В случае отсутствия колец с днищами устраивают нижнюю секцию из железобетонных плит, на которые устанавливается кольцо без днища. Смотровой колодец предназначен для наблюдения за работой системы в местах резкого поворота коллектора в плане, резкого уменьшения уклонов, при сопряжении нескольких коллекторов, на прямых участках коллекторов при значительной их длине.

Колодцы с перепадом устанавливаются на участках при значительных уклонах местности и необходимости резкого изменения глубины заложения коллекторов или соединения нескольких коллекторов на разных уровнях. Эти колодцы одновременно служат отстойниками, для чего предусматривается перепад от дна колодца до нижней кромки трубы коллектора не менее 30 см. Основные параметры открытых смотровых дренажных колодцев приведены ниже:

	Высота колодца, см	Глубина укладки коллектора, см
Смотровой	180	До 110
	240	120—170
	300	180—220
Смотровой с перепадом	180	До 100
	240	100—160
	300	120—200

Колодцы регулирующие устанавливаются на дренажных системах для поддержания необходимого уровня грунтовых вод и при создании систем двойного регулирования (осушительно-увлажнительные системы). Поддержание необходимого уровня грунтовых вод осуществляется регулированием уровня воды в колодце при помощи специальных устройств.

Колодцы-фильтры предназначены для усиления действия закрытых собирателей путем отвода поверхностных вод из местных или замкнутых понижений и ложбин с малым уклоном. Они устанавливаются, как правило, на участках, подлежащих периодической обработке. Следует иметь в виду, что водоприемная способность колодцев обеспечивается зазорами между бетонными кольцами, создаваемыми специальными вкладышами, которые укладываются на цементном растворе по периметру кольца. При этом вокруг кольца отсыпается обратный фильтр, состав которого определяется проектом.

Колодцы, поглощающие поверхностный поток, предназначены для сброса воды из каналов (нагорных, ловчих и др.) в закрытую дренажную сеть. Прием воды осуществляется через специальные водоприемные устройства, исключающие попадание в закрытый коллектор взвешенных в воде наносов. Для снижения количества наносов, транспортируемых потоком, перед колодцем устраивается отстойник в виде расширенного укрепленного русла. Латвийскими мелиораторами успешно освоены в производстве колодцы-поглотители с фильтрами для условий интенсивного притока грунтовых и поверхностных вод с расходом до 30 л/с со сменными фильтрующими элементами из пороэласта. Опыт применения таких элементов показал, что они могут успешно заменять некоторые конструкции дренажных фильтров из песчано-гравийных засыпок.

При строительстве колодцев кольца в стыках плотно подгоняют друг к другу и устанавливают на цементный раствор с тщательной затиркой швов с внешней и внутренней стороны. Смещение торцов колец в стыках не должно превышать $^1/_3$ толщины их стенки.

Котлованы под колодцы обычно отрываются одноковшовым экскаватором. Монтируют колодцы при помощи погрузчика-экскаватора ПЭ-08Б или гидрокранов на тракторе класса тяги 30 кН. В основании колодца устраивается песчано-гравийная подготовка. Для подсоединения коллектора к колодцу применяются асбоцементные трубы, укладываемые на уплотненную подготовку из гравия или щебня.

Во избежание подпора воды в дренажной системе впадающие в колодец коллекторные трубы следует располагать выше выходящих не менее чем на 5 см. Если смотровой колодец используется и как отстойник, его дно следует делать на 40—60 см ниже выходящей трубы.

Соединения коллектора с колодцами и другими дренажными сооружениями должны исключать возможные просадки и размыв грунта. Для этого грунт в этих местах тщательно трамбуется, в узлах соединения применяются специальные диафрагмы и муфты, стыки труб обматываются мешковиной или просмоленной паклей.

Поглотительные колонки. Устраиваются на дренаже для ускорения отвода поверхностной воды из замкнутых положений при осушении почв тяжелого механического состава. В целях экономии фильтрующих материалов и снижения стоимости работ в практике строительства обычно устраивают поглотительные колонки в виде пунктирной засыпки сечения траншеи фильтрующим материалом. Их приурочивают к замкнутым понижениям, причем не менее $^2/_3$ всех колонок располагаются в местах выраженных понижений.

Для проектирования дрен-собирателей с поглотительными колонками предусматриваются дополнительная планировка поверхности почвы с засыпкой неглубоких замкнутых понижений и проведение глубокого рыхления или кротования.

Для устройства поглотительных колонок используются местные фильтрующие материалы: торф, песчано-гравийные смеси, шлаки с коэффициентами фильтрации не менее 3—5 м/сут. Начато освоение фильтрующих

элементов в виде блоков, которые одновременно с укладкой дрен устанавливаются в дренажные траншеи или щели.

При заложении закрытого дренажа в условиях глубокого сезонного промерзания применяется система одиночных бесполостных дрен с выходом непосредственно в каналы (устьевой участок устраивается из полиэтиленовых или асбестоцементных труб), которые засыпают песчано-гравийными смесями расчетного состава до подошвы пахотного слоя. В этом случае с момента оттаивания пахотного слоя сток поверхностных вод будет происходить по оттаявшему пахотному слою и далее через засыпку в дренаж, так как песчано-гравийные смеси и в мерзлом состоянии обладают достаточно высокой фильтрационной способностью.

Блоки из пористого бетона (БПБ-1, ТУ 33-187—80) конструкции СевНИИГиМа и объединения Ленмелиорация применяются для устройства поглотительных колонок с целью отведения избыточных вод из замкнутых понижений и пахотного горизонта при интенсивном осушении тяжелых минеральных грунтов. Пористый бетон имеет коэффициент фильтрации от 5 до 50 м/сут, прочность на сжатие — не менее 2,5 мПа и на разрыв — не менее 0,3 мПа. Объемная масса пористого бетона находится в пределах 1600—1800 кг/м^3, масса одного блока не более 260 кг.

Соединительные детали для узлов сопряжения дренажных линий. К основным сопряжениям дренажных линий относятся узлы присоединения дрены к коллектору, коллектора к коллектору низшего порядка, места поворота дренажных линий. Они выполняются с применением готовых соединительных деталей. Основная цель применения соединительных деталей — улучшение качества работ и условий труда рабочих, надежности сочленений, повышение производительности и степени механизации строительных работ при укладке дренажных труб. Соединение дрен и коллекторов из керамических труб осуществляется при помощи пластмассовых тройников (рис. 1) или путем устройства отверстий в трубах коллектора и дрены коловоротом с последующей центровкой отверстий фиксирующей деталью. Использование пластмассовых соединительных деталей улучшает надежность узлов сопряжения дрен с коллектором в сравнении с распространенным способом пробивки от-

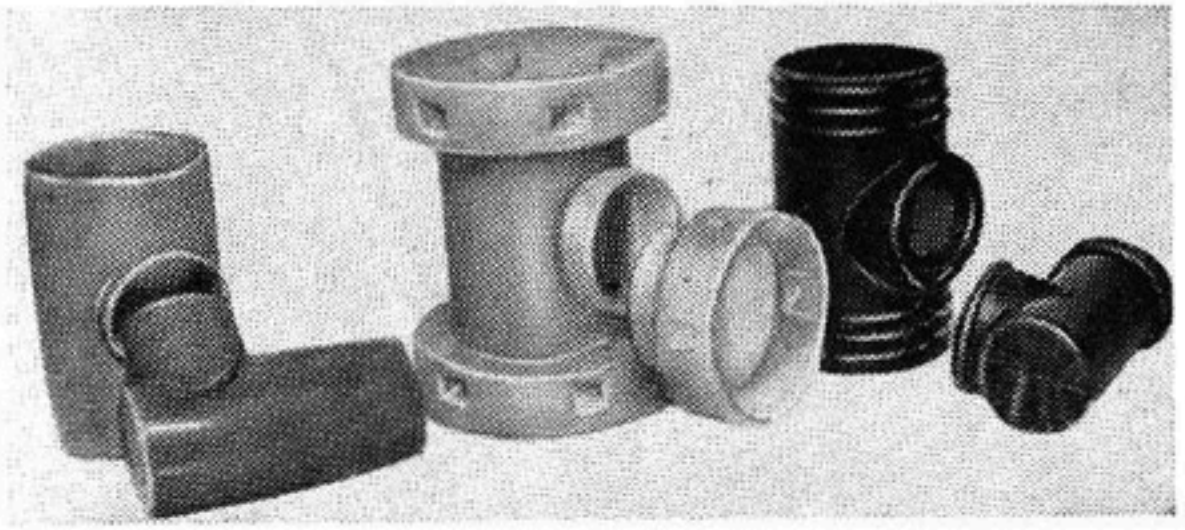


Рис. 1. Пластмассовые соединительные тройники для формирования узлов сопряжения керамических дрен с коллектором

верстий в керамических трубах коловоротом или молотком.

В последнее время проходят широкую производственную проверку различные конструкции водоприемно-соединительных муфт, предназначенных для стыковки короткомерных дренажных труб. Применение соединительных муфт, особенно в неустойчивых грунтах, улучшает условия труда рабочих-трубоукладчиков, позволяет повысить уровень механизации процесса формирования дренажных трубопроводов как при траншейном, так и узкотраншейном способах строительства дренажа.

К соединительным пластмассовым элементам (муфтам) для керамического дренажа предъявляются определенные требования, которые могут быть классифицированы как конструктивно-технологические, гидромелиоративно-эксплуатационные и технико-экономические.

Конструктивно-технологические требования определяют простоту монтажа и надежную фиксацию смежных торцов труб в собранном положении, возможность механизированного процесса укладки, исключение разъема (сбоя) соединения при прохождении дренажной плети по спускному лотку трубоукладчика и стабильность положения на дне траншеи (щели), повышение производительности и гигиеничности труда.

Гидромелиоративно-эксплуатационные требования определяют заданную водоприемную способность обра-

зованного муфтами соединения (стыка) и его способность защиты от проникновения мелких частиц и ила во внутреннюю дренажную полость, стойкость к агрессивным средам, надежность и долговечность.

Технико-экономические требования определяют технологичность и простоту в изготовлении элементов и использование серийных и высокопроизводительных формировочных установок, возможность использования недефицитного вторсырья, относительно невысокую стоимость.

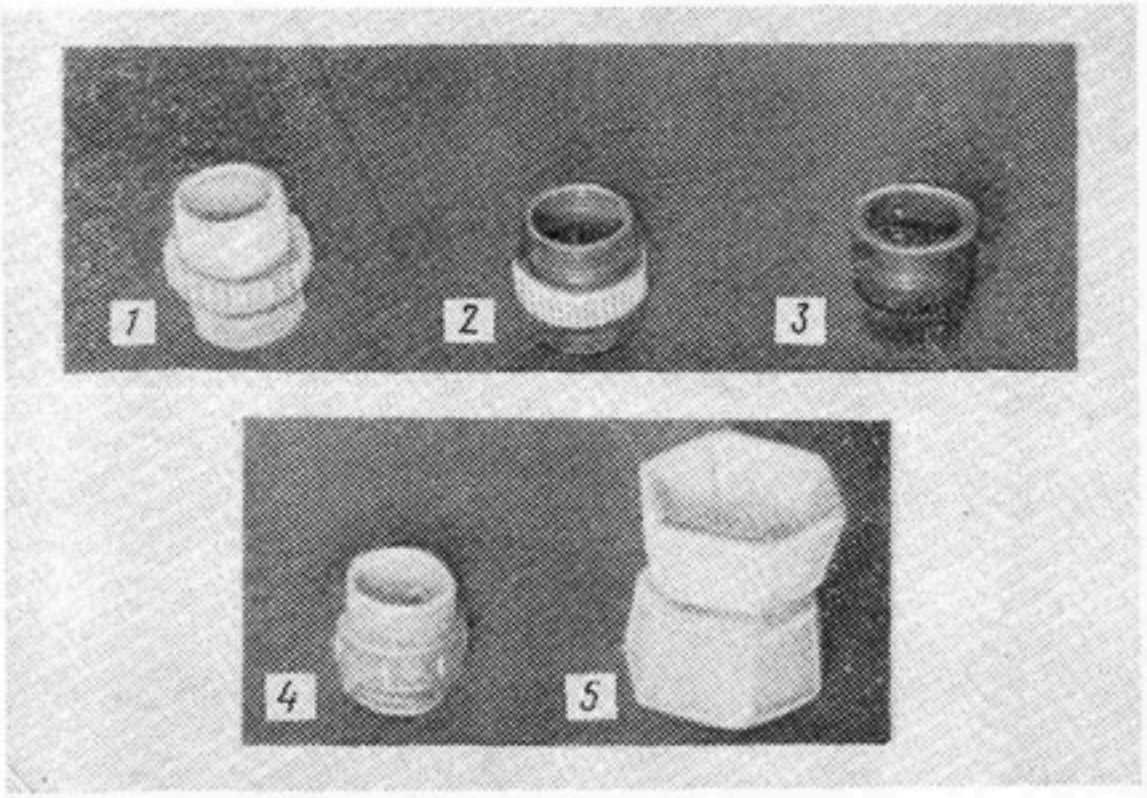
Конструкция и эластичность муфт должна обеспечить монтаж дренажного трубопровода с выдерживанием нормированных щелевых зазоров в системе керамическая труба — соединительная муфта. Проходят широкую производственную проверку несколько образцов муфт (рис. 2).

Муфта марки ВСУ-07 (рис. 2, *1*), изготавливаемая по ТУ 33-33—80, состоит из центральной водоприемной части, перфорированной круглыми водоприемными отверстиями, и концевых патрубков. Концевые патрубки имеют конусно-криволинейную поверхность для обеспечения плотного контакта с внутренней торцовой поверхностью керамических труб. Сортамент муфт ВСУ-07 по номинальному внутреннему диаметру керамических дренажных труб (ГОСТ 8411—74) следующий: 50, 75 и 100 мм. Муфты диаметром 75 и 100 мм по требованию заказчика могут выполняться без водоприемных отверстий.

Муфта марки МС, изготавливаемая по ТУ 33-116—79 (рис. 2, *2*), состоит из водоприемной части с отверстиями, буртиков-фиксаторов, фильтра и керамических труб, фильтра из ЗФМ, двух патрубков конической формы, снабженных поперечными гофрами. Гофры обеспечивают жесткость муфты и герметическое соединение с керамическими трубами.

Сортамент муфт МС по номинальному внутреннему диаметру керамических дренажных труб (ГОСТ 8411—74) следующий: 50, 75, 100, 125 и 150 мм.

Муфта МФЩ (рис. 2, *3*) изготавливается из пластмассы (ТУ 33-104—78). Состоит из конусных соединительных патрубков, на конце которых имеются уплотнительные кольца. Центральная часть муфты перфорирована продольными водоприемными щелями. Рассчитана на соединение керамических труб диаметром 50 мм.



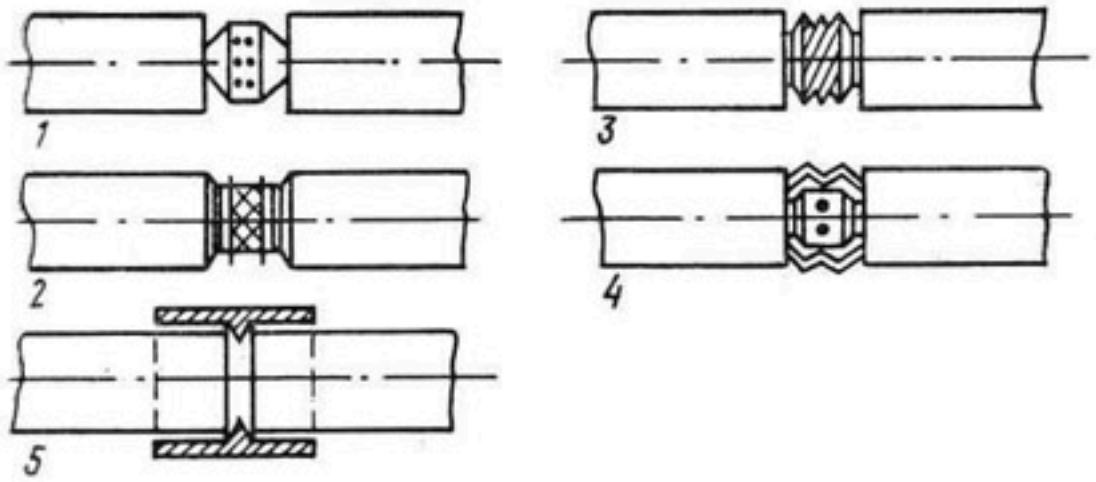


Рис. 2. Образцы пластмассовых соединительных муфт для керамического дренажа:

1 — полиэтиленовая муфта ВСУ-07 с перфорированным корпусом; *2* — пластмассовая муфта МС с покрытием центральной части из полоски стеклохолста; *3* — пластмассовая муфта МФЩ со щелевыми зазорами на корпусе; *4* — пластмассовая муфта ВСМ-50-1 с внешним покрытием корпуса из синтетической негканой ленты

Муфта ВСМ-50-1 (ТУ 33-104—78) включает полый корпус (рис. 2, *4*), на котором имеются 2 кольцевых гофра, придающих муфте необходимую эластичность, водоприемные отверстия, продольные выступы на кон-

цевых раструбах, обеспечивающие сцепление муфты с керамической трубой, защитно-фильтрующий элемент. Рассчитана для соединения керамических труб диаметром 50 мм.

Муфта из ПЭ-холста предназначена для внешней стыковки труб при помощи шестигранных охватов. В центральной внутренней полости муфты имеется буртик-фиксатор для фиксирования зазора между торцами труб.

Пластмассовые водоприемно-соединительные муфты внутренней стыковки изготавливаются способом экструзионно-раздувного формования на многоструйных автоматизированных шнек-машинах. Пресс-формы имеют оснастку для пробивки водоприемных отверстий.

Одним из факторов, обусловливающих незаиление дрен с муфтами внешней или внутренней стыковки, является обеспечение плотности стыковки в системе муфта — торец трубы. Такую стыковку обеспечивают муфты с соединительными патрубками правильной формы. Исследования различных вариантов патрубков позволили установить, что технологическим условиям формирования дренажной линии через криволинейные спускные лотки дреноукладчиков отвечает гладкая конусно-криволинейная поверхность соединительных патрубков, причем наилучшая плотность стыковки достигается при гладких внутренних кромках керамических труб. При стыковке таких труб зазоров шириной более 0,4 мм не отмечается, что практически не представляет опасности заиления дренажных трубопроводов. При использовании керамических труб без зачистки внутренних торцов, т. е. с наличием заусениц и незначительных сколов, в 15 % стыков зафиксированы зазоры более 1 мм, что недопустимо при прокладке дрен в мелкозернистых и пылеватых песчаных грунтах.

Для неустойчивых грунтов разработана конструкция цельной дренажной плети (рис. 3), которая собирается из керамических труб и соединительных муфт на поверхности дренажной трассы до начала процесса разработки дренажной траншеи. Сборка дренажной линии осуществляется с помощью муфт *5* (внутренней или внешней стыковки), гибкого армирующего элемента *3*, состоящего из металлического или капронового троса с пружинными вставками *4* и фиксирующей арматуры *6* и *7*.

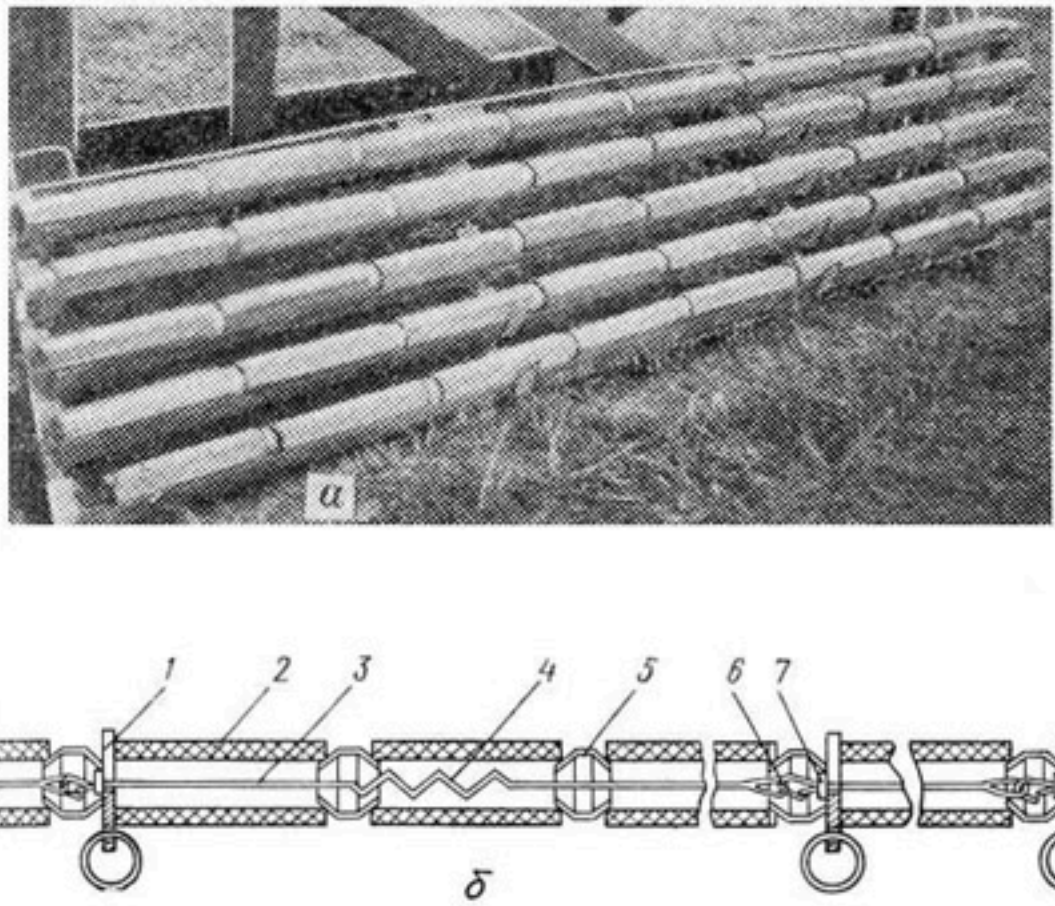


Рис. 3. Сборная дренажная плеть из керамических труб и пластмассовых муфт:

а — общий вид; *б* — схема соединения плети; *1, 7* — концевой стопор; *2* — керамическая труба; *3, 4* — гибкий армирующий элемент с пружинной вставкой; *5* — муфта; *6* — соединительное кольцо

По данным исследований в Львовской области (Львовгидроводхоз, 1978), соединительные муфты из полиэтилена для соединения керамических труб обеспечивают надежную защиту их по всему периметру, позволяют механизировать процесс защиты дренажа от заиления. При этом производительность труда увеличивается на 15—20 %, отпадает необходимость работы в траншеях. Соединение керамических труб с помощью муфт дает возможность осуществлять строительство дренажа узкотраншейными дреноукладчиками и таким образом значительно сократить объемы земляных работ.

Неоднократные проверки на объектах Северо-Запада заложенного дренажа с использованием муфтовых соединений показали надежную работу закрытых дренажных систем.

Несмотря на технологические преимущества соединительных муфт, в настоящее время ведется поиск конструкций, более простых в изготовлении. Можно пред-

положить, что в первую очередь будут внедрены в практику дренажного строительства конструкции муфт, обеспечивающие заданную водопропускную способность и надежную защиту от заиления без применения фильтрующих материалов.

Для пластмассовых гофрированных труб используются 6 видов соединительных деталей (табл. 2; рис. 4). Монтаж соединительных деталей производится по внешнему диаметру труб. Фиксация осуществляется с помощью внутренних выступов на концевых раструбах соединительных деталей, которые при монтаже перескакивают через вершину концевых гофров труб и фиксируют соединение в собранном положении.

При строительстве дренажных трубопроводов из гофрированных дренажных труб и соединительных деталей обычно соблюдают следующие правила. При сопряжении соединительной детали с трубой конец последней отрезается перпендикулярно оси по впадине гофра; продольная ось контактной части соединительной детали после стыковки должна быть совмещенной с продольной осью гофрированной трубы; труба, встав-

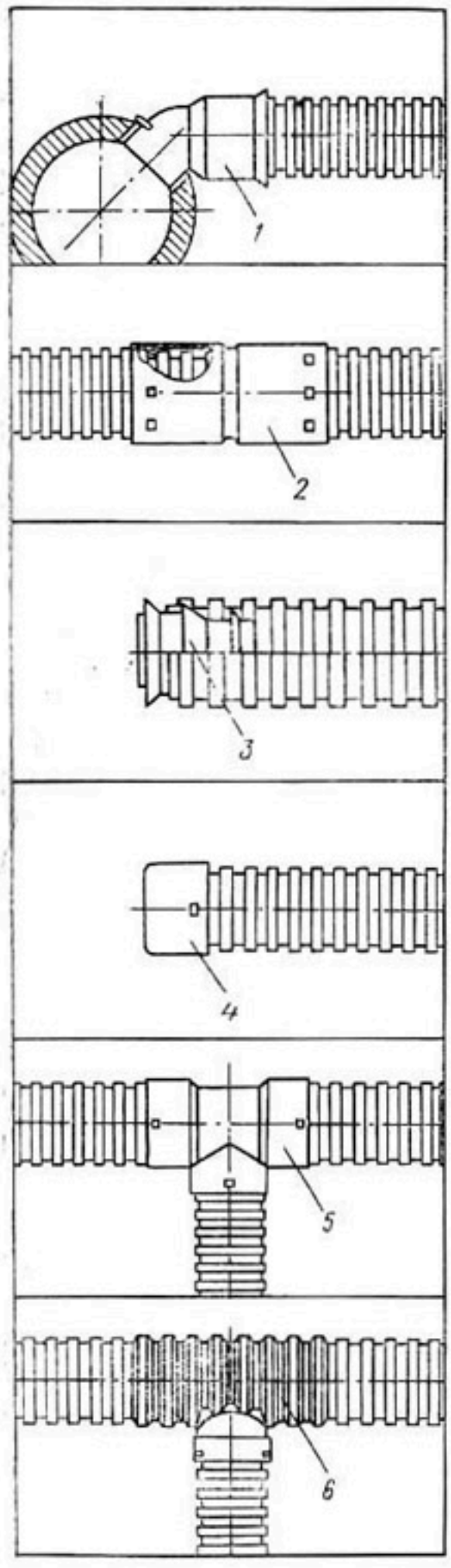


Рис. 4. Схемы соединительных деталей для гофрированных труб

2. Основные параметры пластмассовых соединительных деталей

Деталь	Диаметр, мм	Ориентировочная масса, г	Применение
Угольник 45°	50	27	Для присоединения гофрированных дренажных труб диаметром 50, 63 и 75 мм к гончарному коллектору (рис. 4, *1*)
	63	36	
	75	58	
Муфта	50	30	Для соединения двух одинаковых гофрированных дренажных труб диаметром 50, 63, 75, 90 и 110 мм (рис. 4, *2*)
	63	45	
	75	60	
	90	90	
	110	110	
Заглушка	50, 63, 75	24	Для закрытия концов гофрированных дренажных труб диаметром 50, 63, 75 мм (рис. 4, *3*) и 90 и 110 мм (рис. 4, *4*)
	90	45	
	110	65	
Тройник	50 × 75	100	Для соединения двух гофрированных дренажных труб одного диаметра с третьей другого диаметра: 50 + 100, 50 + 110, 63 + 75, 63 + 90 мм (рис. 4, *5*)
	50 × 110	200	
	63 × 75	65	
	63 × 90	170	
Тройник накладной	63 × 110	82	Для соединения гофрированной дренажной трубы диаметром 63 мм с коллектором из гофрированной дренажной трубы диаметром 110 мм (рис. 4, *6*)

Примечание. Соединительные детали изготавливаются по ТУ 6-05-1609—77 «Детали из пластмасс общего назначения», ТУ 33-184—80 «Детали соединительные из полиэтилена для дренажных полиэтиленовых гофрированных труб», ТУ 33-184—80, ТУ 6-19-051-320—81 «Детали из полиэтилена для дренажных гофрированных полиэтиленовых труб».

ленная в присоединительный раструб муфты, должна выступать за фиксирующие выступы раструба не менее чем на две вершины гофра; накладной тройник с обеих сторон плотно обвязывается и точно фиксируется относительно отверстия в стенке трубы.

Сопряжение пластмассовых дрен с коллектором производится с применением пластмассовых соединительных деталей или керамических труб. В последнем случае керамическую трубу соответствующего диаметра соединяют с коллекторной, а пластмассовую вставляют в нее на длину не менее 10 см.

Сопряжение дрены с коллектором обычно выполняется под углом 60—90°. При угле сопряжения менее 60° целесообразно поворот последних труб впадающей дрены осуществлять по плавной кривой с радиусом порядка 90—100 см. Дрены из пластмассовых труб в данном случае присоединяют к коллектору путем плавного изгиба их устьевой части.

До окончательной засыпки дренажной линии места всех сопряжений и соединений защищаются фильтрующим материалом, а грунт в зоне соединения утрамбовывается.

1.2. Дренажные трубы и защитно-фильтрующие материалы

Конструкция и материалы дренажных труб. При строительстве закрытого дренажа применяются трубы керамические, пластмассовые, асбестоцементные или железобетонные.

Керамические дренажные трубы (ГОСТ 8411—74) наиболее распространены в практике дренажного строительства в Нечерноземной зоне РСФСР. Согласно ГОСТу длина труб принимается 333 мм, но по желанию изготовителя и потребителя трубы диаметром от 100 до 250 мм могут иметь длину 500 мм. Толщина стенки многогранных труб измеряется по ребру. Перекос торца труб не должен превышать 4 мм (табл. 3). Трубы диаметром 40, 50, 75 мм применяют для дрен-осушителей, а диаметром 75 мм и более — для дренажных коллекторов.

Анализ точности формирования дрен свидетельствует, что допуски по внутреннему диаметру и перекосу торцов керамических труб чересчур велики, что не позволяет обеспечить заданную величину зазоров при их стыковке.

Керамические дренажные трубы могут иметь различную форму, зависящую от их назначения и технологии изготовления. Для предотвращения взаимного сдвига труб в дренажных линиях по специальным заказам изготавливают трубы с фигурным торцом, с фасками, с раструбами.

Пластмассовые дренажные трубы (рис. 5) изготавливаются из полиэтилена (ПЭ) и поливинилхлорида (ПВХ). В настоящее время налажен серийный

3. Основные параметры цилиндрических и многогранных керамических дренажных труб, мм (ГОСТ 8411—74)

Внутренний диаметр	Толщина сетки	Длина	Перекос торца, не более
50 ± 2	11 ± 2	333^{+10}_{-5}	3
75 ± 2	13 ± 2	333^{+10}_{-5}	4
100 ± 3	15 ± 3	333^{+10}_{-5}	4
125 ± 3	18 ± 3	333^{+10}_{-5}	5
150 ± 3	20 ± 3	333^{+10}_{-5}	5
175 ± 5	22 ± 5	333^{+10}_{-5}	6
200 ± 5	24 ± 5	333^{+10}_{-5}	6
250 ± 5	25 ± 5	333^{+10}_{-5}	6

выпуск безнапорных гофрированных дренажных труб для устройства горизонтального дренажа с глубиной заложения до 2,5 м. Для изготовления труб применяется полиэтилен высокой плотности (ПВП) по ГОСТу 16338—70.

Водоприемные отверстия диаметром 3,5 и 4 мм находятся во впадинах гофра. К основным преимуществам гофрированных дренажных труб новой конструкции по сравнению с соответствующими типоразмерами труб (ТУ 6-05-1078—72) разработчики относят возможность большей глубины укладки (до 2,5 м), меньшую массу единицы длины трубы и большую площадь водоприемных отверстий (табл. 4).

Спиральнонавитые дренажные трубы ТДСВ (рис. 6) изготовляют на экструзионных технологических линиях путем фиксированной навивки профилированных лент со стреловидным замко́м. Ленты на внешней поверхности имеют двойные ребра, между которыми выполнены водоприемные входные отверстия. В дренажном строительстве могут использоваться трубы с внутренним диаметром от 44 до 117 мм (табл. 5), выпуск которых освоен промышленностью. По пропускной способности спиральнонавитые трубы занимают про-

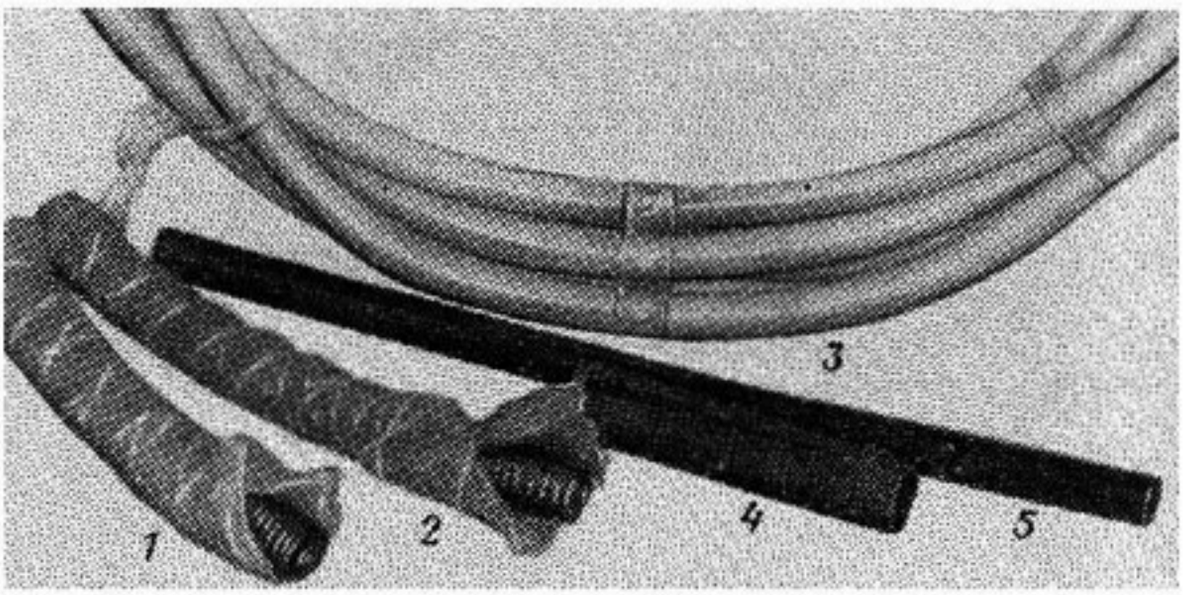


Рис. 5. Конструкции пластмассовых дренажных труб:
1, 2 — гофрированные трубы с оберткой рулонным ЗФМ; *3* — спирально-навитые трубы ТДСВ; *4* — гофрированные трубы с перфорацией 1—1,5 мм; *5* — труба с мелкими гофрами

межуточное положение между гофрированными и гладкостенными трубами. Гибкость ТДСВ обеспечивается не эластичностью материала, а перемещением стрелок профильной ленты в хвостовике, что весьма важно при укладке труб при низкой температуре и для устойчивости их к ударным нагрузкам. Испытания этих труб показали, что они удовлетворяют всем основным требованиям механизированной технологии укладки при узкотраншейном и бестраншейном способах строительства.

Для соединения труб в продольном направлении не требуется специальная арматура — муфты, переходы. Эта операция осуществляется через раструб, образуемый путем вращения конца трубы против часовой стрелки. Вставленный в раструб конец трубы затем закрепляется путем вращения витков по направлению навивки.

Закладка спиральнонавитых труб на опытно-производственных участках в ОПХ СевНИИГиМа (пос. Новоселье) траншейным и бестраншейным способами в различных гидрогеологических условиях показали их технологичность при механизированном процессе строительства закрытого горизонтального дренажа. Так, при прокладке труб бестраншейным дреноукладочным комплексом МД-4, МД-5 производительность дренажной бригады составила 750—900 м/ч. Установлена возмож-

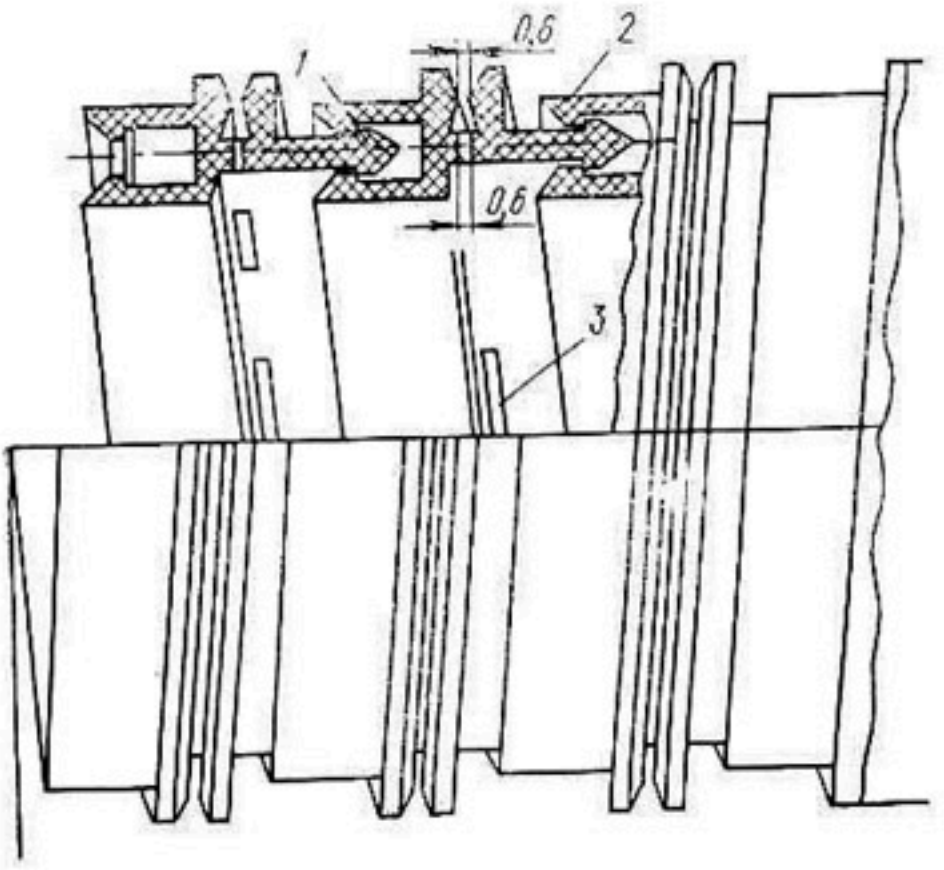


Рис. 6. Схема спиральнонавитой трубы:
1 — стрелка профильной ленты; *2* — хвостовик; *3* — водоприемные отверстия

ность применения ТДСВ при круглогодовом производстве дренажных работ.

В ряде ПМК Ленинградской области при строительстве коллекторов дренажных систем на глубину до 3 м применяются трубы дренажные спиральнозамковые из поливинилхлорида, изготавливаемые из экструдируемой профилированной полосы путем ее спиральной навивки на установке непрерывного действия (табл. 6).

Они применимы практически на всех типах почвогрунтов. При наличии в грунтовых водах железистых соединений более 3 мг/л для предохранения дрен от заиления применяют специальные мероприятия, предусмотренные в «Руководстве по проектированию осушительных систем сельскохозяйственного назначения» (ВТР-П-8—76).

На поверхности труб не допускается наличие трещин, раковин, вздутий, видимых без применения увеличительных приборов. Трубы выдерживают без разрушения давление не менее 40—45 кПа.

Нельзя сбрасывать трубы с высоты более 1 м, ударять по ним тяжелыми предметами, применять тросы

4. Основные характеристики пластмассовых гофрированных труб из ПВП (ТУ 6-06-1078—78)

Показатель	Диаметр трубы, мм			
	63	75	90	110
Диаметр водоприемных отверстий, мм	3,5	4,0	4,0	4,0
Площадь водоприемных отверстий, $см^2/м$	17	18	23	19
Толщина стенки, мм	0,9	0,9	0,9	0,9
Шаг гофра, мм	11,0	13,75	16,0	19,5
Высота гофра, мм	4,3	4,9	6,4	7,8
Масса 1 м погонной длины трубы, кг	0,25	0,32	0,38	0,47

5. Основные технические характеристики спиральнонавитых дренажных труб

Внутренний диаметр, мм	Входные отверстия		Масса, кг/м	Примечание
	Количество, шт./м	Суммарная площадь, $см^2/м$		
44	1870	45	0,16	В трубах всех диаметров входные отверстия имеют размер 4 × × 0,6 мм с шагом нанесения на профиль 15, 20, 25, 30 или 35 мм
57			0,24	
68			0,33	
83	2080	50	0,48	
103			0,70	
117			0,88	

6. Основные параметры спиральнозамковых труб, мм

Внутренний диаметр трубы	Толщина стенки	Длина трубы	Ширина щели	
			в сжатом состоянии	в растянутом состоянии
100±2	1,4±0,2	6000+50	0,8±0,1	2,8±0,2
150±3	1,8±0,2	6000+50	0,8±0,1	2,8±0,2

или цепи в качестве захватных приспособлений и другие операции, которые могут привести к повреждению труб. До начала работ дренажные трубы укладывают на объекте строительства на деревянные стеллажи, соломенные маты и т. п. Длительное хранение труб осу-

ществляется на складах закрытого типа, исключающих попадание прямых солнечных лучей, на расстоянии не менее 1 м от нагревательных приборов при температуре от 5 до 35 °С.

Для подсоединения дрен к коллектору из спирально-замковых труб устанавливаются соединительные переходники из полимерных материалов. Место соединения изолируется ЗФМ и закрывается замко́м из мятой глины.

Спиральнозамковые коллекторные дренажные трубы можно укладывать во всех связных грунтах без ЗФМ. В пылеватых песках, содержащих менее 40 % частиц диаметром более 0,1 мм, необходимо устройство дренажной защиты. Тип и конструкция применяемого защитно-фильтрующего материала обосновываются в проекте мелиорации.

В Приозерской ПМК объединения Ленмелиорация на участке «Первомайский» в 1978—1979 гг. осуществлена опытно-производственная прокладка коллекторов из спиральнозамковых дренажных труб диаметром 100 мм в несуффозионных грунтах без дополнительной обертки труб рулонными стекловолокнистыми материалами. Эксплуатационная производительность дреноукладчика ЭТЦ-202А составила 120—150 м/ч. Производительность бригады по сравнению с укладкой коллекторов из керамических труб увеличилась на 30—40 %. К недостаткам труб из жесткого поливинилхлорида можно отнести невозможность применения их при отрицательных температурах ниже —25 °С и необходимость дополнительной защиты рулонными ЗФМ в суффозионных грунтах.

Для коллекторов закрытых дренажных систем стали широко применяться гладкие полиэтиленовые трубы различных диаметров.

Обычно в практике применяются трубы экструдированные с внутренними диаметрами 100—300 мм. Они доставляются на объект строительства в хлыстах (плетях) длиной 3—6 м.

При производстве дренажных работ у строителей возникают определенные трудности, связанные с формированием раструбов, устройством отводов, торцовкой этих труб и т. д. Ниже кратко излагаются основные требования к выполнению технологических операций с полиэтиленовыми трубами.

Разметка труб производится обычным стандартным инструментом: штангенциркулем, линейкой, рулеткой, угольниками, а также шаблонами. При этом линии реза допускается наносить металлической чертилкой, а размерные линии — мелом или восковым карандашом.

Резка пластмассовых труб выполняется на станках с дисковыми пилами без разведенных зубцов, с равномерно уменьшающейся к центру диска толщиной. При ручной резке используются ножовки по металлу, мелкозубные плотничные пилы и столярные ножовки.

Перекос торца при резке для труб с наружным диаметром 50—160 мм обычно принимается 1 мм, для труб с наружным диаметром более 160 мм — 2 мм. Для торцовки и обточки пластмассовых труб, а также снятия фасок на концах труб применяются приспособления, режущим инструментом которых являются специальные фрезы или резцовые головки с несколькими ножами. Угол заточки фрез (резцов) составляет 25—30°, угловая скорость вращения при механизированной резке — от 110 до 220 рад/с. Обычные фрезы для обработки металла, а также абразивные инструменты применять не следует, так как при обработке полиэтилена они забиваются.

Для формирования раструбов концы пластмассовых труб предварительно разогреваются до размягчения, причем перед этим на них снимается внутренняя фаска под углом 45°. Нагрев и размягчение пластмассовых труб осуществляются в жидкостных ваннах с глицерином, гликолем, трансформаторным маслом (для ПВХ). Температура нагрева устанавливается в заданных режимах терморегулятором. Температуру нагрева жидкости обычно принимают в пределах для труб: ПВП 125 $\pm$ 5 °С, ПНП 100 °С, ПВХ 130 $\pm$ 5 °С. Ограничивается также и время нагрева концов труб: для ПВП с толщиной стенки 3—5 мм — 30—50 с; 6—9 мм — 100—200 с; 10—12 мм — 260—380 с; для ПНП с толщиной стенки 3—5 мм — 40—65 с; 6—9 мм — 120—250 с; 10—12 мм — 330—380 с. Длина нагреваемых концов труб должна быть в $1^1/_2$ раза больше длины формуемого раструба.

Для формирования раструбов в нагретую размягченную трубу вводят формовочную оправку из алюминия или стали строго по оси трубы, чтобы избежать пере-

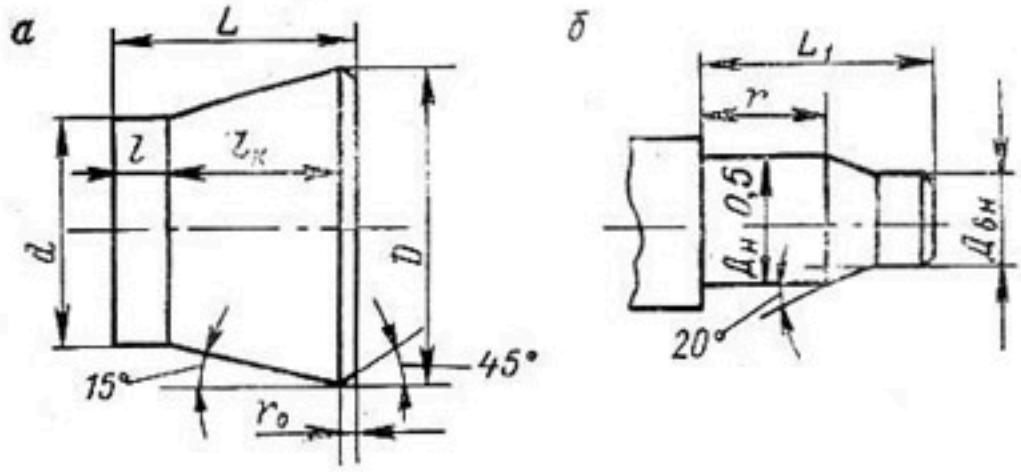


Рис. 7. Формовочные оправки для стыковки пластмассовых коллекторных труб:

а — оправка для формирования конусов на полиэтиленовых трубах из ПВП для фланцевых соединений с распорной втулкой; *б* — оправка для формирования цилиндрических раструбов

коса отформованного раструба. Схемы и размеры оправок представлены на рис. 7 и ниже:

Раструбы

$D_{вн}$	63;	75;	90;	110;	140;	160
r	35;	45;	45;	75;	85:	95
L_1	75;	85;	100;	140—145;	160(165) —	170

Конусы

d	63;	75;	90;	110;	140;	160;	225
D	75,4;	90,8;	105,8;	127,1;	160;	180,8;	248
$r_к$	54;	64;	78;	95;	121;	138;	195
L	60;	70;	76;	100;	114;	125;	140
r	16/4;	16/5;	20/52;	32/6;	36/73;	40/8;	40/95

Угловые отводы из пластмассовых труб могут быть изготовлены гнутьем с предварительным нагревом трубы до размягчения. Во избежание смятия труб при гнутье перед нагревом во внутреннюю полость трубы в качестве наполнителя вставляется набитый песком чехол из плотной ткани или резинового шланга, наружным диаметром на 1—2 мм меньше, чем внутренний диаметр изгибаемой трубы. Трубы небольших диаметров можно изгибать, наполняя их чистым сухим речным песком, нагретым до 100—125 °С. Горячим песком заполняют ту часть трубы, которую подвергают изгибу. Концевые участки наполняют холодным песком и заглушают пробками. Для равномерного прогрева трубу следует нагревать и с внешней стороны.

Для повышения надежности стыковых соединений

гладких пластмассовых коллекторных труб производится их сварка специальными аппаратами. В практике применяется установка типа АСП-2М, предназначенная для сварки, резки, торцовки полиэтиленовых гладких труб диаметром 63—315 мм. Установка состоит из самоходного шасси Т-16М и навесного рабочего органа. На шасси установлен генератор, который работает от двигателя. Подъем в транспортное положение и опускание рабочего органа осуществляются при помощи системы гидроцилиндров, что позволяет точно установить рабочий орган в месте, где производится сварка стыков труб.

Техническая характеристика установки АСП-2М

Наружный диаметр свариваемых полиэтиленовых труб по ГОСТу 18599—73, мм	63—315
Прочность сварного шва по отношению к основному материалу, %	85
Давление на торцах свариваемых труб, кПа	0,08—0,15
Рабочая температура на нагревательном элементе, °С	180—200
Напряжение на нагревательном элементе, В	До 15
Ток на нагревательном элементе, А	До 250
Перемещение рабочего органа вдоль оси самоходного шасси, мм	± 125
Частота вращения фрезы для торцовки, $с^{-1}$	10,99
Диаметр пильного диска, мм	250
Обслуживающий персонал, чел.	2

Время нагрева зависит от толщины стенок труб, причем прогрев труб должен быть равномерным по всей толщине и длине изгибаемого участка, для чего их все время вращают.

При изготовлении отводов из ПВП и ПНП угол сгиба принимается на 25—30° больше, чем требуемый, ввиду упругих остаточных деформаций.

Защитно-фильтрующие материалы. Эффективность работы и долговечность закрытой дренажной системы, где дрены выполняются из керамических труб, в значительной мере определяется качеством выполнения стыковых зазоров, технологичностью и надежностью применяемых защитно-фильтрующих материалов и конструкций.

Практика осушения сельскохозяйственных земель с

помощью дренажа и многочисленные исследования показывают, что для обеспечения его надежной и долговечной работы необходима защита дрен от заиления фильтрующими материалами.

В дренажном строительстве в настоящее время наибольшее распространение получили рулонные защитно-фильтрующие материалы (ЗФМ).

В песчаных грунтах, пылеватых супесях и легких суглинках для защиты от заиления стыки керамических дренажных труб и пластмассовые трубы по всей длине покрываются слоем защитного рулонного материала по всему периметру.

В глинистых грунтах и хорошо разложившемся торфе для увеличения водоприемной способности дрен применяют объемные фильтрующие материалы: песчано-гравийную смесь, мох, фрезерный торф, торфяную крошку, крупнозернистый песок и др., а также рулонные материалы для защиты стыков труб сверху и с боков. В местах сосредоточенного выхода в дренажные траншеи грунтовых вод для защиты керамического и пластмассового дренажа применяют песчано-гравийный фильтр.

Механизированная укладка фильтров из рулонного материала должна выполняться с помощью специальных приспособлений, устанавливаемых на экскаваторах-дреноукладчиках. Рекомендуемые размеры полос рулонных защитно-фильтрующих материалов приводятся в табл. 7.

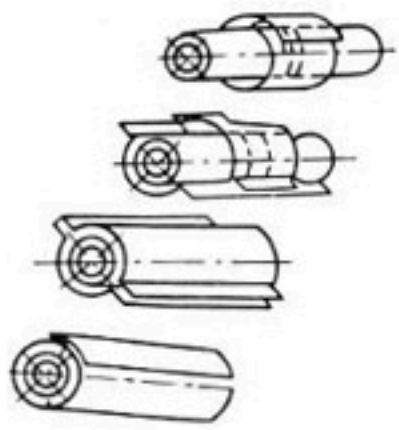
На дрены из керамических труб рулонные защитно-фильтрующие материалы наносят различными способами (табл. 8). Условиям прокладки траншейного дренажа в водонасыщенных неустойчивых грунтах варианты 1 и 2 не отвечают, поскольку обертка труб может осуществляться только с применением ручного труда, что недопустимо в условиях возможных деформаций грунта и поступления воды в траншею.

Основные мелиоративные требования к ЗФМ обычно классифицируются по функциональным (мелиоративно-эксплуатационным), строительно-технологическим (для механизированной укладки дрен), санитарно-гигиеническим и технико-экономическим группам. Для удовлетворения функциональных требований ЗФМ должны обладать водопропускной и защитной способностью, механической прочностью, химической и биохимической стойкостью.

7. Размеры полос рулонных ЗФМ и их расход для покрытия 100 м дрен различных диаметров

Диаметр труб, мм	Сплошная обертка труб					Сплошная лента снизу и полоски на стыках сверху			
	внахлест одной лентой		двумя лентами						
			Ширина полосы, см						
	Ширина полосы, мм	Расход материала, м²	нижней	верхней	Расход материала, м²	Ширина полосы нижней, см	Ширина полос на стыках сверху, см	Длина полос на стыках сверху, см	Расход материала, м²
50	30	30	15	25	40	15	7	25	21
75	40	40	20	30	50	20	7	30	27
100	50	50	20	40	60	20	7	40	30
125	60	60	25	45	70	25	7	45	36
150	70	70	25	55	80	25	7	55	40
175	80	80	30	60	90	30	7	60	44
200	90	90	30	70	100	30	7	70	47

8. Технологические способы защиты дренажных линий рулонными ЗФМ

Вариант	Способ обертки ЗФМ
	Полоска по периметру стыка; укладывается вручную
	Подстилающая лента и полоски сверху по стыкам; укладываются полумеханизированным способом
	Две ленты: подстилочная и покровная по всей длине дрены; процесс укладки механизирован
	Одна лента с образованием цилиндрической оболочки по всей длине дрены; обертка механизирована

Строительно-технологические требования включают хорошую транспортабельность и простоту хранения, технологичность укладки дренажных труб и надежное покрытие их по периметру, достаточную механическую прочность, гигиеничность труда.

Исходя из санитарно-гигиенических требований к применению допускаются ЗФМ, не требующие дополнительных мер по охране труда при транспортировке и выполнении строительных работ и из которых не вымы-

ваются вредные составные элементы при эксплуатации дренажа. К основным технико-экономическим требованиям относятся: хорошая обеспеченность сырьевыми ресурсами, высокая производительность труда при производстве ЗФМ, низкая удельная материалоемкость.

Стоимость ЗФМ на единицу протяженности построенного дренажного трубопровода даже в трудных грунтовых условиях строительства не должна превышать стоимости дренажных труб.

При современных способах строительства дренажа применяют рулонные стеклохолсты типа ВВ-М, ВВ-ЛМ, фильтры из синтетических волокон, полотна нетканые мелиоративные (НКМ, НКлМ, СНЗН), полиэтиленовый холст (ПЭ-холст) и др. Наибольшее применение в мелиоративном строительстве пока получили стеклохолсты. Остальные материалы применяют в незначительных объемах из-за дефицита сырья для их производства и высокой стоимости самих материалов.

Вместе с тем стеклохолсты не отвечают в полной мере всем требованиям, предъявляемым к дренажным фильтрам, что обусловливает поиск новых и улучшение традиционных фильтрующих материалов, которые полностью отвечали бы технологическим требованиям механизированной и безопасной укладки.

Исследования А. И. Мурашко (1977) показали, что ПЭ-холсты и изделия из них надежно предохраняют дренаж от механического заиления в мелкозернистых песках и торфе и значительно увеличивают его осушительный эффект по сравнению с укладкой дрен без фильтров. Фильтрационные свойства ПЭ-холстов зависят от технологии изготовления. Поперечные коэффициенты фильтрации их колеблются от 250 до 1000 м/сут, что вполне отвечает требованиям, предъявляемым к защитным фильтрам дрен.

Опытное строительство гончарного дренажа с применением ПЭ-холста показало, что прочность его позволяет механизировать обертки труб и уменьшить численность бригады, обслуживающей дреноукладчик, на одного рабочего-трубоукладчика.

Пластмассовые дренажные трубы могут предохраняться от заиления путем напыления на них полиэтиленовых волокон, т. е. защитная оболочка может создаваться непосредственно на заводе, выпускающем пластмассовые дренажные трубы. Применение таких труб

позволит полностью механизировать процесс строительства дренажа при узкотраншейном и бестраншейном способах строительства.

Испытание защитно-фильтрующего материала СКЗФМ (О. О. Кулль, 1980) показали его хорошую водопропускную способность в торфе и плывунном песке. Однако из-за его чувствительности к железистым соединениям этот материал можно применять в грунтах, где они содержатся в небольших количествах. При этом дренаж из керамических труб диаметром 75 мм с фильтром из СКЗФМ, обеспечивая нормальную интенсивность осушения, при пропуске обильных паводковых вод работает недостаточно эффективно.

В объединении Ленмелиорация отработана механизированная технология покрытия полиэтиленовых гофрированных труб защитно-фильтрующим материалом (ЗФМ) из полотна нетканого иглопробивного (ТУ 42-21-06—78) на станке типа УФ-1. Поверхность трубы покрывается полотном в один слой плотно, без складок, отслоений и пропусков, при этом обеспечивается нахлест боковых кромок полотна 6—8 см. Закрепление ЗФМ на поверхности трубы осуществляется спиральной навивкой нитей во взаимно противоположных направлениях. Напряжение нитей и шаг навивки спиралей на них обеспечивают плотное прилегание ЗФМ по всей внешней поверхности трубы. При этом шаг спирали принимается не более 6 см. Усилие на разрыв для нити должно быть не менее 150 кН, поскольку укладка пластмассовых труб производится механизированным способом через спускные лотки с многочисленными узлами поворотов. Достаточную прочность показали капроновые нити (ГОСТ 15897—70).

Проведенные расчеты и экспериментальные исследования позволили разработать технические требования к параметрам рулонных ЗФМ, отвечающих условиям механизированной укладки через трубоукладочное устройство мелиоративных экскаваторов:

Предел прочности на разрыв полоски шириной 5 см в сухом состоянии, МПа	Не менее 2,0
Минимальная толщина одного слоя, мм	0,7—1,0
Диаметр волокон, мкм	12—18
Содержание связующего вещества (для стеклохолстов), %	13 ± 2
Начальный коэффициент фильтрации, м/сут	Не менее 100

При погрузочно-разгрузочных работах с бухтами труб необходимо применять захватные приспособления, исключающие повреждение фильтрующего материала на трубах. Нельзя перемещать трубы по земле волоком, сбрасывать и скатывать бухты по наклонной плоскости при разгрузке.

Во избежание кольматажа ЗФМ не рекомендуется укладка труб в разжиженный грунт и в траншею (щель), в воду с большим содержанием взвеси, а также их применение в условиях высокого содержания соединений железа в грунтовых водах (более 6 мг/л) без дополнительных мероприятий, определяемых проектом.

В практике мелиоративного строительства применяются автоматизированные линии для обертывания пластмассовых дренажных труб рулонным ЗФМ.

Техническая характеристика УФ-1

Диаметр пластмассовых труб, мм	50, 63, 75, 90
Вместимость барабанов под пластмассовую трубу длиной, м	До 200
Вместимость кассет для подстилающей ленты или рулонного ЗФМ длиной, м	До 200
Ширина подстилающей ленты или рулона ЗФМ, мм	До 400
Скорость движения пластмассовой трубы, м/мин	20
Шаг навивки нитей, мм	50—60
Установочная мощность электродвигателей, кВт	До 10
Масса оборудования, т	До 3
Обслуживающий персонал, чел.	3

На заводе железобетонных изделий объединения Ленмелиорация проведена отработка технологии производства работ по изоляции пластмассовых труб объемным органическим (торфокрошка) и рулонным синтетическим защитно-фильтрующим материалом с использованием автоматизированных линий.

Для механизированной разрезки рулонных ЗФМ применяют станок для резки стеклохолста. Он предназначен для разрезания рулонов стеклохолста на части, необходимые для заправки установок изготовления объемного фильтра пластмассовых дренажных труб.

Техническая характеристика станка

Диаметр разрезаемого рулона, мм	630
Ход ножа, мм	1000

Усилие на штоке, кН (т)	95(9,5)
Марка гидронасоса	НШ-46
Обслуживающий персонал, чел.	1

В настоящее время ведутся всесторонние экспериментальные и производственные исследования по разработке ЗФМ на основе нетканых нитроновых полотен. Это иглопробивной нетканый холст типа ПАН-70 и термоукрепленный холст с полиолефиновой сеткой.

Анализ требований, которым должны соответствовать защитно-фильтрующие материалы, показывает, что для различных по составу грунтов требуются различные фильтры. С точки зрения защиты дрен от заиления, увеличения водозахватной способности, химической и биологической стойкости, а также охраны окружающей среды надежными фильтрами являются правильно подобранные гравийные смеси.

Следует отметить, что способы механизации укладки гравийных фильтров в зоне осушения пока не разработаны. Кроме того, применение их предполагает использование высокопроходимых транспортных средств для доставки гравия к трассам дрен и коллекторов, которыми в настоящее время мелиоративные организации не располагают. Эти обстоятельства обусловливают крайне ограниченное применение гравийной смеси в качестве защитных фильтров.

Из естественных материалов в качестве фильтров для защиты дренажа от механического и биохимического заиления может эффективно использоваться также торф с добавкой ингибиторов. В производственных условиях (А. Жукова, Е. Сапожников, 1976) испытаны 3 варианта защиты дрен: 1) гранулы из низинного тростникового торфа со степенью разложения 45—50 % с добавкой 10 % доломита и 5 % суперфосфата; 2) гранулы из низинного торфа со степенью разложения 45—50 % с добавкой 15 % доломита; 3) гранулы из верхового торфа со степенью разложения 30—35 %.

Обследование фильтров на участке «Судобль» Минской области показало, что за 2 года работы фильтры из гранулированного торфа не размокли и сохранили свою форму; полости дрен, защищенных гранулированным торфом с добавками доломита и суперфосфата, остались чистыми от механического заиления. Зафикси-

рован налет железистых соединений толщиной до 1 мм; на контрольных системах с защитой дрен стеклохолстом высота наилка составила 5—7 мм.

1.3. Системы горизонтального и вертикального дренажа

Горизонтальный дренаж. В последние годы в связи с интенсификацией земледелия широкое распространение в мелиоративном строительстве получили осушительные системы с закрытым горизонтальным гончарным или пластмассовым дренажом. Он представляет собой самотечное устройство, предназначенное для перехвата, приема и отвода избыточных вод за пределы мелиорируемой площади. Горизонтальный дренаж может выполнять функции регулирования уровня грунтовых вод в осушительно-увлажнительных системах при инфильтрационном увлажнении. В разделах 1.1 и 1.2 приведены основные сведения об основных элементах и конструкциях горизонтального дренажа.

Современная закрытая осушительная система с горизонтальным трубчатым дренажом насыщена многими конструктивными элементами и специальными сооружениями.

При устройстве дренажа на слабопроницаемых грунтах сейчас широко применяются различные фильтрующие элементы: специальные колонки индустриального изготовления, фильтры-поглотители и т. п. Получили широкое распространение фильтры-колодцы для перевода стока из открытых каналов в закрытые коллекторы больших диаметров. При устройстве бестраншейных одиночных дрен внедрены оригинальные конструкции облегченных пластмассовых устьев.

При разработке проектов мелиорации на генеральный план закрытой дренажной системы наносятся все ее элементы по действующей системе условных обозначений (рис. 8). Следует отметить сложность принятой рубрикации линейной части дренажных систем. Иногда отдельная дрена имеет символическое обозначение из 6—7 знаков.

Вертикальный дренаж. Наряду с горизонтальным дренажом в гумидной зоне строятся системы вертикального дренажа. Он обычно устраивается на территориях с постоянным избыточным увлажнением, где преобла-

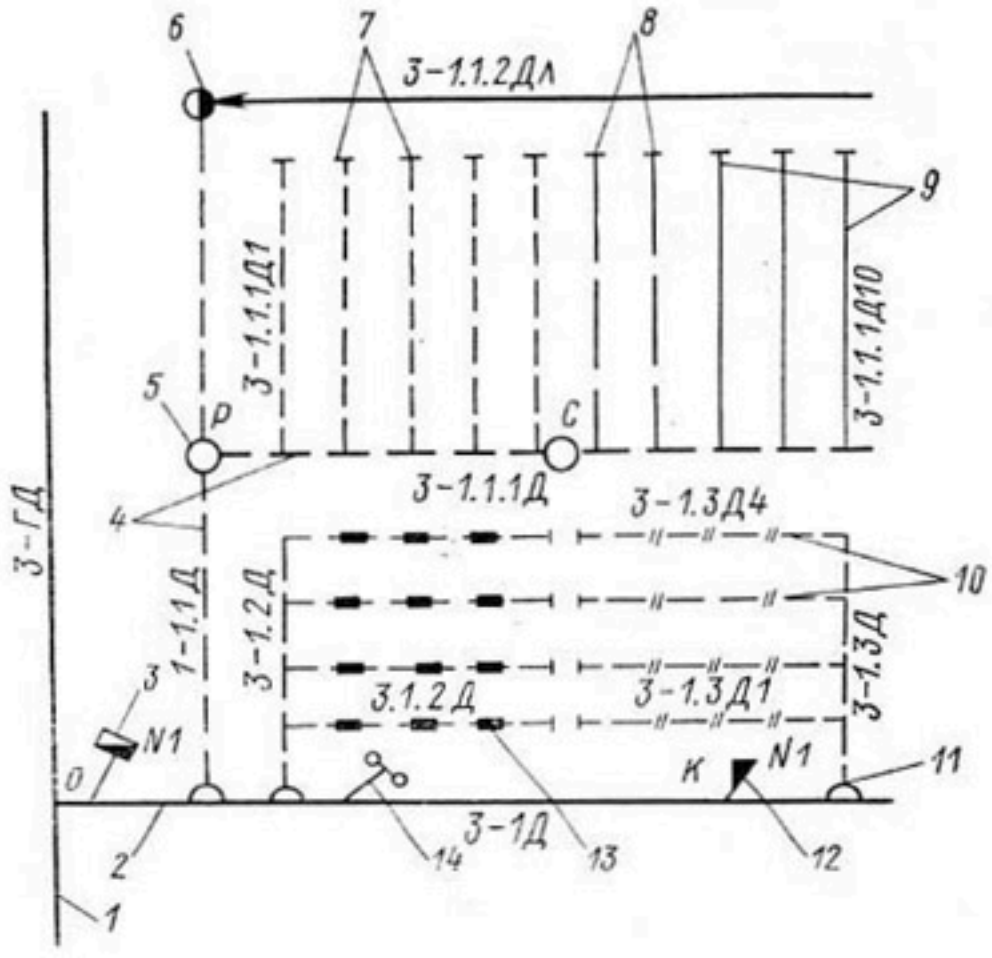


Рис. 8. Схема закрытой системы горизонтального дренажа с условными обозначениями основных элементов:

1, 2 — проводящие каналы второго и третьего порядков (3-ГД, 3-1Д); *3* — шлюз-регулятор открытый (*О*), трубчатый; *4* — закрытые коллекторы первого и второго порядков (1—1.1Д; 3—1.1.1Д); *5* — колодцы распределительный (*Р*) и смотровой (*С*); *6* — фильтр для отвода воды из открытого канала в закрытый коллектор; *7* — траншейные дрены из керамических труб (3—1.1.1Д1); *8* — бестраншейные пластмассовые дрены; *9* — траншейные пластмассовые дрены (3—1.1.1Д10); *10* — дрены с устройством стеллажей (3—1.3Д1); *11* — устье закрытого коллектора; *12* — перепад консольный (*К*); *13* — дрены с фильтрами-поглотителями или колонками (3.1.2Д); *14* — труба-переезд на канале

дает интенсивное подпитывание водоносных почвенных горизонтов, имеющих хорошую водопроницаемость напорными грунтовыми водами.

В соответствии с конкретными гидрогеологическими и почвенно-мелиоративными условиями вертикальный дренаж обеспечивает регулирование водного режима корнеобитаемого слоя почвы, в составе осушительных и осушительно-оросительных систем; ограждение осушаемых площадей от притока грунтовых вод со стороны рек, озер, водохранилищ; снижение напора грунтовых вод в пределах дренируемых и прилегающих к ним территорий.

В зависимости от расположения скважин на объектах мелиорации и типа водного питания вертикальный дре-

наж бывает систематический, выборочный и комбинированный.

Затраты на строительство вертикального дренажа обычно выше, чем горизонтального. Но вертикальный дренаж более эффективен, так как позволяет лучше регулировать режим грунтовых вод, особенно при интенсивных паводках. При составлении проектов вертикального дренажа в каждом конкретном случае необходимо проводить технико-экономическое сравнение с системами горизонтального дренажа, по результатам которого и принимается окончательное решение.

Рекомендациями по проектированию осушительных систем с применением вертикального дренажа (Союзводпроект, БелНИИМВХ, 1979) установлена классификация условий его рационального применения в гумидной зоне в зависимости от четырех типов мелиорируемых площадей.

К первому типу относятся площади, имеющие весьма благоприятные условия для этого дренажа. Здесь грунтовые воды имеют прямую гидравлическую связь с напорными горизонтами. Мощность обводненной толщи единого водоносного слоя превышает 50 м, а коэффициенты фильтрации составляют 8—12 м/сут. Здесь преобладают торф и заторфованные пески мощностью до 3 м; пески средне- и крупнозернистые мощностью от 20 до 100 м с незначительными прослоями суглинков и глин.

Ко второму типу площадей с хорошими условиями для применения вертикального дренажа относятся территории, на которых грунтовые воды с напорными водоносными горизонтами взаимосвязаны через маломощные разделяющие прослои. Водоносные слои грунта имеют хорошую водопроницаемость, примерно такую же, как и у первого типа. На мелиорируемых площадях второго типа обычно распространены торф и заторфованные пески и супеси мощностью до 2,0 м, а также пески разнозернистые мощностью от 30 до 90 м с маломощными прослоями глин и суглинков.

На площадях, относящихся к первому и второму типам, следует устраивать систематический дренаж с расстоянием между скважинами 800—1000 м и более.

К третьему типу площадей, имеющих удовлетворительные условия для применения вертикального дренажа, относятся участки, где гидравлическая связь

грунтовых вод с напорными горизонтами существует в местах размыва моренных суглинков; региональный водоупорный слой обычно залегает на глубине 30 м, преобладают торф и легкие минеральные грунты мощностью до 30 м, а также пески разнозернистые мощностью до 30 м с прослоями глин и суглинков.

К четвертому типу площадей, где допускается применение выборочного вертикального или комбинированного с горизонтальным дренажа, относятся участки, на которых грунтовые воды имеют связь с напорными горизонтами только в отдельных «окнах» размыва. Здесь распространены пылеватые супеси и легкие суглинки мощностью до 1,5 м, а также пески разнозернистые (15—30 м), чередующиеся с суглинками и глинами.

Системы вертикального дренажа подразделяются на осушительные и осушительно-оросительные. Осушительные системы устраиваются на территориях с постоянным избыточным питанием грунтовыми водами за счет их интенсивного поступления из нижележащих напорных горизонтов. Осушительно-оросительные системы устраиваются преимущественно на землях атмосферного питания, используемых под пастбища, овощные культуры и т. п.

В состав осушительно-оросительных систем входят скважины, сифоны, ограждающие и водоотводящие каналы, шлюзы, закрытые напорные трубопроводы, насосные станции, пункты управления и средства автоматики. Технология строительства систем вертикального дренажа подробно изложена в «Инструкции по строительству вертикального дренажа» (ВСНС-1—77. М.: Минводхоз СССР, 1977) и другой специальной литературе.

1.4. Основные требования к качеству дренажных работ

Надежность. Под надежностью закрытого дренажа понимается его способность выполнять заданную ему функцию в конкретных условиях эксплуатации в течение определенного времени. Надежность дренажа закладывается в проекте, обеспечивается во время строительства и поддерживается в процессе эксплуатации. Таким образом, надежность закрытого дренажа реализуется на всех трех этапах его существования. Реали-

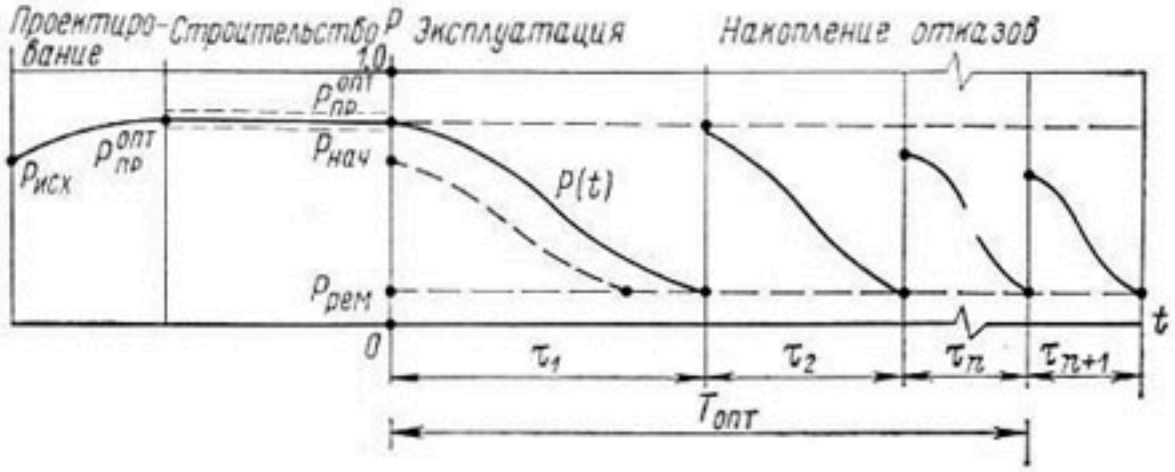


Рис. 9. Схема реализации эксплуатационной надежности закрытого дренажа (τ_1, τ_2, τ_{n+1} — отрезки времени для завершения расчетного цикла надежности)

зация главной характеристики надежности дренажа — вероятности его безотказной работы P — может быть представлена графически в виде изменения P с течением времени τ (рис. 9).

Надежность работы дренажа обеспечивается совокупностью трех его основных свойств: безотказности, ремонтнопригодности и долговечности. Долговечность дренажа определяется его конструкцией, свойствами материалов, из которых он изготовлен, качеством строительства, условиями эксплуатации и уровнем технического обслуживания. Ремонтопригодность дренажа зависит от его конструкции, т. е. приспособленности ее к проведению ремонтов, а также от времени и стоимости восстановления его работоспособности.

Количественно безотказность дренажа выражается в относительных величинах (от 0 до 1), ремонтопригодность — временем, необходимым для восстановления его работоспособности и стоимостью ремонтов, а долговечность — сроком службы или техническим ресурсом (чистым временем работы).

Как видно из рис. 9, в период проектирования дренажа его безотказность должна быть повышена от исходной величины ($P_{исх}$) до некоторого оптимального проектного уровня $P_{пр}^{опт}$ путем проведения детальных комплексных изысканий, надлежащим контролем за качеством изготовления материалов и конструктивных элементов дренажной системы, введением в техно-рабочий проект новых конструктивно-технологических решений. Так как показатели качества объекта, которые предусмотрены при проектировании, обеспечиваются в

процессе его строительства и в процессе изготовления конструктивных элементов, технологическому процессу должно уделяться особое внимание. Он не должен проводиться с отклонениями таких показателей, которые могут ухудшить качество объекта в целом. В период строительства дренажа его надежность должна быть обеспечена не ниже $P_{пр}^{опт}$ путем соответствующей инженерной подготовки строительства и обязательной реализации проектных параметров. В период строительства в основном определяют принятые организационно-технологические решения по обеспечению заданного уровня надежности соответствующими методами контроля качества. Что же касается периода эксплуатации, то здесь в основном определяют успех дела рациональные методы прогнозирования изменения надежности в процессе эксплуатации и обоснованного назначения сроков проведения ремонтов. В период нормальной эксплуатации уровень безотказности неизбежно снижается от начальной величины $P_{нач}$, с которой дренаж поступает в эксплуатацию, до $P_{рем}$, когда необходим планово-предупредительный ремонт. При этом качество строительных работ должно обеспечивать величину $P_{нач}$ как можно ближе к уровню $P_{пр}^{опт}$. Значение предремонтного уровня надежности $P_{рем}$ должно устанавливаться из экономических соображений и целесообразности сроков проведения ремонтных работ. Экономическими соображениями определяется и оптимальная долговечность дренажа $T_{опт}$.

После окончания периода нормальной эксплуатации постепенно и неизбежно наступает период износов. В этот период после последнего ремонта при нормальной эксплуатации надежность дренажа падает более интенсивно, чем раньше, и потребность в восстановлении его работоспособности возрастает. Поэтому техническое обслуживание и ремонты приходится проводить чаще и с бóльшими затратами времени и средств. Наконец, износы и израсходованные на эксплуатацию средства достигают таких размеров, что принимается решение о целесообразности дальнейшей эксплуатации дренажа, или его реконструкции, или замены.

Условия повышения качества дренажных работ. Качество строительства в первую очередь характеризуется степенью соответствия выполняемых работ проекту,

строительным нормам и правилам (СНиП) и техническим указаниям (ТУ), предусматривающим методы, правила и последовательность осуществления этих работ в зависимости от характера и значимости. При этом качество выполненных мелиоративно-строительных работ оценивается с учетом качества проектирования и примененных строительных материалов, деталей, изделий.

Проект определяет основные эксплуатационные параметры осушительной системы, т. е. надежность ее сооружений, безотказность работы оборудования, удобство эксплуатации. Качество мелиоративно-строительных работ зависит от ряда организационных, экономических, производственных и технических причин. В связи с этим, основными путями повышения качества строительства осушительных систем являются: 1) своевременное обеспечение объектов строительства проектно-сметной и технологической документацией (проект производства работ и технологические карты) высокого качества; 2) совершенствование научно обоснованного планирования строительства для создания предпосылок ритмичной работы; 3) высокое качество строительных материалов, изделий и конструкций; 4) своевременное обеспечение производственных подразделений необходимыми машинами, транспортом, инструментом и т. д.; 5) внедрение комплексной системы оплаты труда, стимулирующей повышение качества гидромелиоративных работ; 6) повышение ответственности непосредственных исполнителей за качество их труда; 7) создание и внедрение системы самоконтроля и контроля качества строительства на всех его этапах.

По предъявляемым требованиям к точности выполнения отдельных операций технологического процесса закрытый сельскохозяйственный дренаж занимает ведущее место в мелиоративном строительстве. Опыт строительства и эксплуатации закрытого дренажа позволяет выделить основные технические факторы, определяющие его качественные показатели. Самыми важными из них являются точность выполнения продольного уклона дренажной линии, защита дренажной линии от заиления, надежность узлов сопряжения дрен с коллекторами, дренажных линий с колодцами и устьями, своевременность предварительной присыпки и окончательной засыпки траншей.

Исследованиями установлено, что точность выполненного уклона дна траншеи в значительной степени зависит от величины проектного уклона и состояния поверхности трассы. При увеличении проектного уклона от 0,004 до 0,01 длина участков с местными переуглублениями дна траншей уменьшается на выравненных участках трассы в 10—15 раз, на неровных — в 2—3 раза. Наблюдается прямая зависимость местных отклонений от общего проектного уклона дрен. При общих уклонах дрен 0,002 и 0,004 имеется соответственно 20 и 15 % отклонений, при уклонах 0,006 и 0,008 — 8 и 3 % и при уклоне 0,01—2 %.

При устройстве траншей не допускается наличие участков с обратным уклоном дна. Как исключение допускается на дренажной линии (в среднем длиной 150 м) не больше трех безуклонных участков протяженностью не более 5 м. Отклонение отметок выполненного дна траншеи от проектной для дрен-осушителей ограничивается пределами ±2 см, для коллекторов ±3 см. При этом систематическое накопление ошибок с одним знаком не допускается.

На каждой дренажной линии имеется особо важный элемент — стык между керамическими трубами. Каждый стык должен удовлетворять двум условиям: беспрепятственно пропускать избыточную влагу и не допускать проникновения частичек грунта в полость дрены, т. е. препятствовать заилению дрен. Из многих тысяч стыков достаточно выполнить некачественно несколько, чтобы в результате заиления и закупорки полости дрены прекратилась работа всей дренажной линии или системы дренажных линий, расположенных выше этого стыка. К такому же результату может привести и механическое разрушение одной из многочисленных дренажных труб, особенно на закрытых коллекторах. В связи с этим не может быть одобрена тенденция к увеличению размеров дренажных систем, подключенных к одному дренажному устью.

Слабыми и опасными местами на закрытых дренажных системах являются также места присоединения дрен-осушителей к коллекторам, коллекторов — к смотровым и перепадным колодцам. Здесь при больших зазорах в стыках, отсутствии достаточно надежной фильтрующей засыпки может наблюдаться заиление дренажных линий.

От правильности и тщательности выполнения защиты дренажных линий зависит интенсивность заиления полостей труб частицами грунта, а отсюда — надежность и эффективная работа дренажной системы.

Контроль качества работ по защите дренажных линий от заиления заключается в выборочной проверке качества применяемых защитных материалов при сопоставлении их технических характеристик с указанными в проекте. В необходимых случаях прибегают к данным лабораторных исследований.

При нарушении требования ТУ к первичной присыпке дренажных линий (формирование ее не из пахотного горизонта, а из глинистого бокового валика траншеи) фильтрационные сопротивления в придренной зоне увеличиваются во много раз.

На эффективность работы закрытых дренажных систем существенное влияние оказывает своевременность выполнения эксплуатационных работ: очистка дренажных колодцев и устьев, выполнение работ по очистке открытой отводящей сети и т. д.

В научно обоснованных рекомендациях и действующих нормативных документах определены технические требования при выполнении дренажных работ и установлены критерии оценки их качественных показателей (табл. 9).

Контроль качества керамических труб. Инженерно-технические работники мелиоративно-строительных предприятий, занятые на строительстве закрытого дренажа, не всегда уделяют должное внимание правилам и методике испытаний керамических дренажных труб.

Трубы поставляются потребителям партиями одного типа и диаметра, но не более 50 тыс. шт. Трубы, поставляемые на объекты строительства в меньших количествах, также считают целой партией. В сопроводительном паспорте должна быть отметка о приеме партии техническим контролем предприятия-изготовителя, а также о соответствии партии спецификации. Для контрольной проверки потребителем качества труб и соответствия их требованиям стандарта (ГОСТ 8411—74) принят следующий порядок отбора образцов и применяются следующие методы испытаний.

От предъявленной партии труб отбирают и подвергают внешнему осмотру и проверке размеров 0,5 %

9. Основные требования к качеству выполнения дренажных работ

Контролируемый элемент, параметр системы	Требования, допускаемые отклонения	Способ контроля
1	2	3
Трассировка коллекторно-дренажной сети		
Прямолинейность и параллельность дренажных линий	Отклонения от прямой линии дренажной трассы допускаются при обходе препятствий с минимальным радиусом обхода 2 м	Теодолитом и мерной лентой
	Расхождение параллельных дрен на концах не должно превышать $^1/_{500}$ их длины	Мерной лентой
Расстояние между дренами	Не должно отличаться более чем на ±1 м от указанных в проекте	» »
Пикеты на трассах коллекторов	Разбиваются в среднем через 20 м, устанавливаются также в точках излома рельефа и местах сопряжения дрен с коллектором	» »
Продольный уклон дренажных линий	Для минеральных грунтов и торфяников не менее 0,003. Для плывунов и неустойчивых илистых грунтов не менее 0,005	Нивелированием контрольных точек через нормированное расстояние
Разработка траншей, укладка керамических труб		
Отметки для дренажных траншей	Отклонения фактических отметок дна от проектных не должны превышать ±20 мм для дрен и ±30 мм для коллекторов. Обратный уклон не допускается	Систематическая или выборочная контрольная нивелировка через 2—3 м при уклонах $< 0{,}004$, а при больших уклонах через 5 м
Плановое положение оси дренажных траншей	Плавное искривление оси допускается только при обходе крупных препятствий, которые невозможно устранить. Минимальный радиус обхода 2 м	Радиус обхода контролируется теодолитом или мерной лентой

Продолжение табл. 9

1	2	3
Зазор между керамическими трубами (ГОСТ 8411—74), взаимное смещение относительно продольной оси дрены	Для труб диаметром 50 мм не более 3,5 мм; 75—125 мм — не более 5 мм; 150—250 мм — 7 мм. Зазоры должны быть защищены фильтрующим материалом или специальными муфтами Взаимное смещение труб не более $^1/_3$ толщины их стенок	Специальным щупом (рис. 10), металлической линейкой, штангенциркулем с глубиномером
Переход коллекторов и дрен от одного диаметра к другому	Производится постепенно, разность диаметров не должна превышать 2,5 см Глубина запуска трубы в трубу должна быть не менее 15 см	Замеряется длина запуска трубы меньшего диаметра. Заделка стыка проверяется визуально
Укладка рулонного ЗФМ двумя лентами	Применяется лента подстилочная шириной 150 мм и покровная лента шириной 250 мм	Ширина перекрытия продольных кромок лент проверяется металлической линейкой длиной 20 см с точностью 1 мм
Укладка пластмассовых труб		
Раскладка пластмассовых труб по трассам дрен	Не допускается засорение водоприемных отверстий. По трассам трубы раскладываются не более чем за один день до укладки	Визуально
Соединение (наращивание) пластмассовых труб	Срез торцов пластмассовых труб должен быть перпендикулярен оси трубы. Величина зазора до 2 мм. Рулонный ЗФМ должен плотно прилегать к поверхности трубы	Треугольник, штангенциркуль
Присоединение пластмассовой трубы к пластмассовому коллектору	Пластмассовая дрена должна входить в раструб пластмассового тройника коллектора не менее чем на 5 см. Зазор в контакте трубки дрены с коллектором не более 1 мм	Мерная линейка, щуп

Окончание табл. 9

1	2	3
Присоединение пластмассовой дрены к коллектору из керамических труб	Присоединение производится под углом не менее 60° Пластмассовая дрена должна входить в гончарную трубку, соединяемую с коллектором или в соединительный раструб тройника не менее чем на 5 см. Место соединения изолируется фильтрующим материалом	Мерная линейка, щуп —

труб, но не менее 5 шт., испытанию на морозостойкость, прочность и наличие известковых включений — по 5 труб. Отбор образцов производят в последовательности, заранее установленной приемщиком и поставщиком.

Размеры труб проверяют обычно металлическим измерительным инструментом (линейка, угольник, штангенциркуль), обеспечивающим точность измерения до 1 мм. Внутренний диаметр определяют как среднее арифметическое значение четырех результатов, полученных от измерения штангенциркулем наибольшего и наименьшего диаметра на обоих концах трубы. Овальность трубы определяют как разность между наибольшим и наименьшим внутренним диаметром каждого конца трубы.

Толщину стенки трубы измеряют штангенциркулем на обоих концах трубы. Измерение толщины стенки многогранных труб производят по ребру. Длину трубы определяют как среднее арифметическое значение величин длинной и самой короткой образующей (грани) трубы. Отклонение от перпендикулярности плоскости торцов (перекос) выявляют измерением величины наибольшего зазора между каждым из торцов трубы (уложенной на ровную поверхность с касанием не менее чем в двух точках) и стороной прикладываемого к ним металлического угольника. Искривление трубы по длине измеряется наибольшим зазором между поверхностью трубы и ребром приложенной к ней металлической линейки.

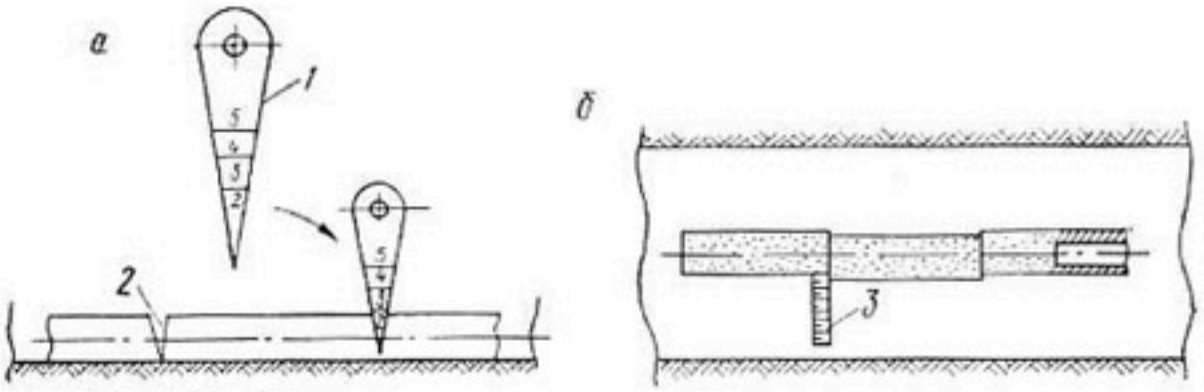


Рис. 10. Контроль качества укладки керамических труб:
а — замер зазора между трубами (вид сбоку); *б* — замер взаимного смещения труб (вид сверху); *1* — щуп с миллиметровой градацией; *2* — зазор между торцами труб; *3* — измерение линейкой смещения торцов труб

Прочность трубы определяют следующим образом. Трубу в воздушно-сухом состоянии укладывают в горизонтальном положении между двумя деревянными брусками сечением 10×10 см и длиной не менее длины испытуемой трубы. На верхний брусок по всей длине накладывают стальную полосу, а между брусками и трубой, для более равномерной передачи давления по всей образующей (грани) трубы, укладывают резиновые прокладки. Нагрузку увеличивают равномерно до величины, при которой наступает разрушение испытуемой трубы.

За величину прочности труб данной партии принимают среднее арифметическое значение результатов испытаний пяти труб-образцов. При этом прочность отдельных испытываемых образцов не должна быть ниже чем на 0,5 кН (50 кгс) против указанных в стандарте.

1.5. Технологические параметры и физико-механические свойства грунтов

Элементы закрытой дренажной системы прокладываются в различных гидрогеологических и почвогрунтовых условиях, правильный учет которых при выборе технологии и средств механизации строительства дренажа в значительной степени определяет качество дренажных работ, последующую эксплуатационную надежность и работоспособность системы в целом.

Производительность дреноукладочных комплексов и мелиоративных машин зависит от того, как их применение увязано с физико-механическими свойствами грунтов.

Гидрогеологические условия территорий, вовлекаемых в мелиоративное освоение в Нечерноземной зоне, отличаются разнообразием и технологической сложностью при проведении мелиоративно-строительных работ. Здесь встречаются волнисто-холмистые равнины, массивы низинных и верховых болот со значительными включениями погребенной древесины. На мелиорируемых площадях с грунтово-напорным питанием имеет место высокий уровень грунтовых вод в течение почти всего года. В пределах водно-ледниковых и древнеаллювиальных минеральных почвогрунтов в активных слоях, подлежащих разработке при дренажных работах, отмечаются значительные валунные включения.

Грунты, в которых укладывается горизонтальный трубчатый дренаж с целью осушения сельскохозяйственных угодий, подразделяются на минеральные и органические. Первые в свою очередь делятся на несвязные, к которым относятся разнозернистые пески и плывуны, и связные — супеси, суглинки и глины. Органогенными породами являются торф и сапропели. Указанные грунты имеют различные физико-технические характеристики, которые определяются гранулометрическим составом, пористостью, пластичностью, фильтрационной прочностью, плотностью и т. д.

Почвогрунты на объектах мелиорации отличаются разнообразием и частой сменяемостью по глубине и простиранию. Нередко на одной системе закрытого коллектора можно встретить 2—3 разновидности грунта: песок, торф и суглинок. Вместе с тем тип грунтов является определяющим при выборе способов защиты дрен от заиления и технологических схем строительства дренажа.

Технологические свойства грунтов в значительной степени определяются гранулометрическим составом, формой минеральных частиц и степенью влажности. В глинистых грунтах частицы имеют плоскую (чешуйчатую) форму, характеризуются сравнительно высоким коэффициентом внутреннего трения.

В песчаных грунтах частицы имеют округлую форму, благодаря чему легко пропускают влагу, меньше впитывая и задерживая ее, имеют незначительное сцепление между частицами, но более высокий коэффициент внутреннего трения.

Влага в грунте присутствует в двух формах: связанной силами поверхностного натяжения с частицами грунта и свободной. Поскольку наличие влаги определяет связь между частицами грунта, она влияет на прочность грунтов и трудоемкость их разработки. При этом до определенного предела влагонасыщения прочность грунтов увеличивается, а затем падает.

Едиными нормами и расценками, применяемыми строительными организациями, предусматривается распределение грунтов по группам. Отнесение грунта к одной из групп производится в зависимости от вида грунта и типа используемой машины. Показатели групп грунтов в зависимости от трудности их разработки экскаваторами непрерывного действия, к которым относятся дреноукладчики, приводятся ниже:

	Группа грунтов
Галька и гравий размером до 80 мм	2
Глина:	
мягкая или насыпная	2
с примесью до 10 % щебня и гравия	2
Грунт гумусного слоя без корней и с корнями	1
Лёсс естественной влажности, рыхлый с примесью гравия и гальки	2
Песок всех видов, в том числе с примесью щебня, гравия или гальки	2
Супесь всех видов, в том числе с примесью до 10 % щебня и гравия	2
Торф без корней и с корнями толщиной до 30 мм	1

В зависимости от группы грунта устанавливаются нормы выработки при выполнении механизированных работ.

Рассмотрим некоторые механические свойства грунтов, влияющие на трудность их разработки.

Важным показателем при разработке землеройными машинами дренажных выемок является разрыхляемость, т. е. способность почвогрунта разрыхляться и увеличиваться в объеме во время разработки. Вместе с тем разрыхленный грунт с течением времени уплотняется. При этом разрыхление грунта, происходящее сразу после его выемки, характеризуется коэффициентом первоначального разрыхления, сохраняющегося после некоторого уплотнения, и коэффициентом остаточного разрыхления (табл. 10).

Производительность дреноукладчиков и машин при разработке траншей или щелей, выполнение по их за-

10. Коэффициент разрыхления почвогрунтов

Грунт и порода	Значение коэффициента разрыхления	
	первоначального	остаточного
Песок, супесь	1,08–1,17	1,01—1,02
Растительный грунт и торф	1,20—1,30	1,03—1,04
Лёссовидный суглинок, рыхлый влажный лёсс, гравий размером до 15 мм	1,14—1,28	1,02—1,05
Тяжелый суглинок, крупный гравий, лёсс естественной влажности	1,24—1,30	1,04–1,07
Глина, суглинок со щебнем	1,26—1,32	1,06—1,09
Отвердевший лёсс, мягкий мергель, опоки, трепел	1,33—1,37	1,11—1,15
Крепкий мергель, мягкий трещиноватый скалистый грунт	1,30—1,45	1,10—1,20

сыпке во многом зависят от связности и пластичности грунтов.

Связность грунта зависит от его механического состава: чем больше в грунте глинистых частиц, тем выше связность; глинистые почвы обладают большей связностью в сухом состоянии, песчаные приобретают некоторую связность в увлажненном состоянии. Показателем, определяющим трудность разработки грунта землеройными машинами, служит удельное сопротивление грунта резанию и копанию. Несвязные (пески, супеси) грунты оказывают значительно меньшее сопротивление копанию и резанию, чем связные (глины, суглинки) грунты.

Пластичность определяется влажностью и способностью грунта раскатываться в жгут. Она выражается числом пластичности, которое представляет собой разность в процентах между наименьшим количеством воды, необходимым для скатывания образца грунта (нижний предел текучести), и наибольшим количеством ее, при котором грунт начинает растекаться (верхний предел текучести). У глины число пластичности равно 36, у суглинки — 12—35, у супеси — от 0 до 12, у песка — 0.

За расчетные параметры для грунтов применительно к условиям гидромелиоративного строительства обычно принимают плотность, угол внутреннего трения, связность и коэффициент фильтрации. В табл. 11 приведены средние значения указанных параметров для минеральных грунтов.

11. Средние значения основных характеристик грунтов

Грунт	Плотность, кг/м³	Пористость, %	Угол внутреннего трения, град	Связность, мН/м²		Коэффициент фильтрации, м/с
				на срезе	на разрыве	
Глина	1700—2000	30—60	7—20	0—20	0—16	$1 \cdot 10^{-9}$—$1 \cdot 10^{-15}$
Суглинок	1500—1800	30—60	12—25	0—16	0—10	$1 \cdot 10^{-7}$—$1 \cdot 10^{-10}$
Супесь	1500—1700	30—60	18—30	0—10	0	$1 \cdot 10^{-6}$—$1 \cdot 10^{-3}$
Мелкий песок	1000—1900	30—50	22—35	0—0,5	0	10^{-5}—10^{-6}
Средний песок	1600—1900	35—50	26—35	0—0,3	0	10^{-4}—10^{-5}
Крупный песок	1600—2000	35—50	27—40	0—2	0	10^{-3}—10^{-4}

Особую сложность с технологической точки зрения представляют пылеватые пески и супеси с большой (более 40 %) пористостью, низкой водоотдачей, и водопроницаемостью. Они создают большие трудности при производстве дреноукладочных работ, так как в процессе вскрытия дренажных траншей экскаваторами непрерывного действия они подвержены разжижению и оплыванию.

Рыхлые водонасыщенные пески независимо от гранулометрического состава при высоком водонасыщении превращаются в вязкую жидкость, что существенно усложняет выполнение операций по защите от заиления укладываемых в траншею дренажных труб.

Сопротивление песчаных грунтов сдвигу находит свое выражение в непосредственном контакте минеральных частиц, поэтому оно обусловливается чистым трением. Величина угла внутреннего трения в песках зависит от их плотности и влажности (табл. 12).

В связи с переходом мелиоративно-строительных организаций на круглогодовое производство земляных работ, отмечается непрерывное увеличение объемов разрабатываемого мерзлого грунта. Поскольку мерзлые грунты имеют повышенную сопротивляемость разрушению при их разработке по трассам коллекторно-дренажной сети, производительность дреноукладочного комплекса существенно снижается. Для специалистов-технологов, занятых на мелиоративно-строительных работах в зимнее время, представляют определенный интерес сведения о продолжительности мерзлого состояния почвогрунтов, изменении их прочностных и физико-механи-

12. Показатели устойчивости и плотности песков в зависимости от влажности

Песчаный грунт	Угол внутреннего трения грунта, град			Объемная масса грунта, кг/м³		
	маловлажного	очень влажного	насыщенного водой	маловлажного	очень влажного	насыщенного водой
Мелкий с примесью ила	40	40	22	1600	1800	2000
Мелкий, чистый, разрыхленный	40	40	25	1600	1800	2000
Мелкий, плотнослежавшийся	45	45	35	1800	1800	2100
Среднезернистый, рыхлый	40	40	35	1700	1800	2000
Среднезернистый, плотный	45	45	40	1800	1900	2100
Крупный, плотный	45	45	45	1800	1900	2100

ческих свойств в процессе сезонного промерзания и др. Согласно современным представлениям мерзлый грунт можно рассматривать как упруго-пластичное вязкое тело. Одним из существенных факторов, определяющих прочность мерзлого грунта, является температура, от величины которой зависит соотношение прочностных связей воды и льда с минеральным скелетом грунта. При понижении температуры прочностные характеристики грунта возрастают.

При воздействии отрицательной температуры вода, содержащаяся в грунте, начинает переходить из жидкого состояния в твердое, т. е. в лед. Процесс замерзания крупнозернистых песков, насыщенных водой, начинается при температуре —0,1...—0,2 °С, а мелкозернистых суглинков и глин — при температуре — 1... — 2 °С и даже ниже.

При дальнейшем воздействии отрицательной температуры все большее количество воды в грунте переходит в лед. В результате этого процесса меняется структура грунта, увеличивается его прочность.

Объекты мелиорации Нечерноземной зоны РСФСР приурочены в основном к четырем температурным районам (установлены СНиП), которые характеризуются

соответствующим количеством отрицательных градусо-суток (табл. 13).

13. Температурные районы Нечерноземной зоны РСФСР

Температурный район	Количество отрицательных градусо-суток	Области и республики, входящие в температурный район
T_1	600—1000	Ленинградская, Новгородская, Псковская, запад Калининской, Смоленская, Брянская, Калужская, Тульская, Орловская, Калининградская
T_2	1000—1400	Запад Вологодской, Ярославская, Костромская, Ивановская, Московская, Владимирская, Горьковская, Рязанская, восток Калининской, Мордовская АССР, Чувашская АССР, Марийская АССР, Карельская АССР
T_3	1400—1800	Запад Архангельской, восток Вологодской, Удмуртская АССР, Кировская, Пермская, запад Коми-Пермяцкого национального округа, Свердловская, Коми АССР
T_4	1800—2000	Восток Архангельской области, восток Коми АССР, восток Коми-Пермяцкого национального округа, восток Свердловской области, Ненецкий национальный округ

Продолжительность мерзлого состояния грунтов и сроки начала промерзания по температурным районам даются с учетом технологической градации по четырем граничным условиям (табл. 14).

14. Продолжительность мерзлого состояния грунтов, дней

Температурный район	Глубина промерзания, см				Общая продолжительность зимнего периода, дней	Дата начала промерзания
	5—25	25—50	50—80	свыше 80		
T_1	60—65	45—50	10	—	135	15/XI
T_2	40—50	30—40	50	—	145	10/XI
T_3	25—30	20—30	60—70	25—30	170	5/XI
T_4	20	20—25	35—45	60	Свыше 170	25/X

Свойства мерзлых грунтов существенно изменяются в зависимости от соотношения компонентов их минерального скелета и от содержания глинистых фракций (диаметр частиц менее 0,005 мм). Сопротивление гли-

15. Шкала сопротивляемости грунтов резанию

Грунт	Влажность, %	Число ударов динамического плотномера при температуре, °С						
		−1	−3	−5	−10	−15	−25	−40
Тяжелая супесь	12	40—50	55—65	90—95	140—155	170—185	230—240	310—330
	19	75—85	140—160	200—230	270—300	340—360	450—480	500—530
	28	65—75	120—130	165—190	215—250	280—300	400—420	460—480
Суглинок	10	28—33	34—37	36—40	40—43	43—50	50—51	60—65
	30	65—75	100—110	140—150	210—230	250—270	350—370	420—440
	59	40—45	50—60	75—80	110—125	165—175	220—240	285—315
Глина	17	35—40	70—80	100—110	150—165	180—200	250—270	290—315
	31	65—70	120—130	140—160	210—220	290—310	290—320	330—360
	49	40—45	65—70	90—100	135—145	180—190	235—245	280—310
Песок	6	12—14	15—18	20—22	25—27	28—30	32—35	40—45
	18	150—160	200—210	220—230	240—250	260—280	285—300	325—340

нистых грунтов действию длительных внешних нагрузок обычно меньше, чем у песка, при одинаковых температуре и степени насыщения пор льдом. Кратковременность воздействия нагрузок на грунт, имеющая место при разработке землеройными машинами непрерывного действия, ведет к изменению соотношения показателей прочности песка и глинистых грунтов, причем у глинистых грунтов — в бóльшей степени.

Для измерения прочности мерзлых грунтов используют ударник ДорНИИ, динамический плотномер. Принцип воздействия ударника на грунт основан на связи сопротивления грунтов резанию, например рабочими органами непрерывного действия, с вдавливанием наконечника ударника в грунт. Закономерности изменения усилия резания и числа ударов плотномера качественно аналогичны и взаимно линейно коррелируют для всех грунтов различного гранулометрического состава, кроме песка, влажности и температуры.

Число ударов динамического плотномера характеризует сопротивляемость грунта резанию при погружении в грунт на глубину 10 см цилиндрического наконечника площадью 1 см^2 с углом заострения 180°. При установке наконечника площадью 0,5 см^2 с углом заострения 30° число ударов изменяется. Последний тип наконечника целесообразно применять при исследовании твердомерзлых грунтов. При оценке прочностных показателей мерзлых грунтов используется шкала их сопротивления резанию, разработанная А. Н. Зелениным (табл. 15).

2. ИНЖЕНЕРНАЯ ПОДГОТОВКА И ОРГАНИЗАЦИЯ СТРОИТЕЛЬСТВА

2.1. Разработка проекта производства работ

Инженерная подготовка строительства включает комплекс организационно-технических подготовительных мероприятий, направленных на обеспечение своевременного и ритмичного выполнения плана мелиоративно-строительных работ и планового ввода объектов в эксплуатацию.

Прежде всего детально изучается проектная документация и обследуется в натуре объект, анализируются его гидрогеологические и культуртехнические усло-

вия. Это позволяет заранее наметить выполнение технологических операций, оценить целесообразность предварительного понижения уровня грунтовых вод.

Важное место в этапе подготовки к производству дренажных работ занимает составление проекта производства работ (ППР), который обычно разрабатывается организацией, выполняющей строительные работы.

На строительство больших объектов мелиорации в сложных геологических и климатических условиях проекты производства работ могут разрабатываться по заказу строительных организаций проектно-технологическими (Оргтехводстрой) или проектными организациями. Расходы на разработку ППР относят к накладным в общей смете на строительство объекта.

Обычно разрабатывается несколько вариантов ППР с учетом плана строительно-монтажных работ на текущий и последующие годы. Виды и объемы работ в проекте должны обеспечивать максимальную загрузку коллектива мелиоративно-строительной организации, ее парка машин, механизмов и оборудования с тем, чтобы гарантировать сдачу объектов в эксплуатацию в планируемые сроки.

Основными документами в проекте производства работ являются технологические карты и карты трудовых процессов, в которых устанавливаются рациональный состав бригад и звеньев рабочих, организация строительного процесса и рабочих мест, методы труда, технологическая последовательность и продолжительность операций.

Планирование мероприятий по научной организации труда должно осуществляться на основе плановых заданий по росту производительности труда. Документами для планирования организации труда в бригадах являются бригадные годовые (пятилетние) планы научной организации труда, сведения об исполнителях, сроках и мероприятиях, намечаемых к внедрению, а также об их эффективности.

При разработке ППР в отдельном проекте учитывается пообъектный план ввода в эксплуатацию всех объектов по мелиоративно-строительной организации. В состав ППР согласно СН-47—74 для объекта мелиорации или отдельных его пусковых комплексов обычно включаются:

1) сетевой график или календарный план производства работ в зависимости от степени сложности объекта, в которых на основе объемов строительно-монтажных работ и разработанной технологии устанавливаются последовательность и сроки выполнения работ, определяется потребность в трудовых ресурсах, а также сроки поставки материалов, конструкций и оборудования;

2) строительный план объекта с указанием расположения приобъектных временных транспортных путей, складов, временных инвентарных зданий, сооружений и устройств, используемых для нужд строительства;

3) график поступления на объект строительных материалов, конструкций и оборудования с приложением комплектовочных ведомостей;

4) графики потребности в рабочих, в основных мелиоративных машинах и механизмах;

5) технологические карты на работы, выполняемые новыми методами, на остальные работы — технологические схемы с описанием последовательности и методов производства работ с определением их сроков и стоимости;

6) основные указания по осуществлению контроля и оценке качества мелиоративно-строительных и дренажных работ;

7) мероприятия по организации работ методом бригадного хозяйственного расчета и обеспечению бригад необходимыми материалами, инструментом, оснасткой, приспособлениями и машинами;

8) пояснительная записка с обоснованием решений по производству работ, в том числе выполняемых в зимнее время.

Варианты производства зимних дренажных работ разрабатываются с учетом имеющихся в мелиоративно-строительной организации средств механизации и особенностей конкретного строительного объекта.

На пусковых объектах предстоящего года выполнение работ начиная с ноября позволяет за зимний период сделать значительный объем работ на объекте и довести его готовность к маю до 60—70 %. Это обеспечивает в течение летнего периода ритмичную сдачу пусковых комплексов. При этом исходят из следующих предпосылок: планируемые работы должны обеспечивать условия для быстрого возвращения с наступле-

нием летнего строительного сезона к общему комплексному потоку с ритмичной сдачей объектов или пусковых комплексов в эксплуатацию; подбор видов и объемов зимних работ должен обеспечивать максимальную загрузку коллектива строительного участка и находящихся в его распоряжении машин и механизмов и отвечать условиям качественного выполнения.

Удорожание зимних работ по сравнению с летними принимается по расчетам исходя из условий ритмичного выполнения строительно-монтажных работ. При этом по разным температурным районам условная продолжительность зимнего периода различна: по температурному району $T_1 - 0{,}23$; $T_2 - 0{,}33$; $T_3 - 0{,}40$; $T_4 - 0{,}45$.

Размеры дополнительных затрат при строительно-монтажных работах в зимнее время зависят от типа сооружения и вида строительных работ и исчисляются в процентах от общей стоимости строительно-монтажных работ (табл. 16).

16. Нормы дополнительных затрат при выполнении гидромелиоративных работ, %

Вид работ	Температурный район		
	T_{1-2}	T_3	T_4
Подготовительные и культуртехнические работы	3,0	4,0	4,8
Производство земляных работ по устройству каналов и регулированию водоприемников	8,2	10,1	12,8
Устройство дренажной закрытой сети (земляные работы, укладка труб и устройство фильтров, колодцев, устьев)	7,0	8,3	10,4
Возведение сооружений на осушительной сети	3,5	4,5	6,0

При составлении смет к техническим и технологическим проектам, кроме затрат, определяемых ведомственными нормами дополнительных затрат (ВНДЗ-69), учитываются затраты, связанные с разработкой мерзлых грунтов баровыми машинами в соответствии со «Сметными нормами и расценками на нарезку прорезей в мерзлых грунтах баровыми установками ДГП», утвержденными Минводхозом СССР.

Дополнительные затраты при производстве строительно-монтажных работ без рыхления мерзлых грунтов начисляют в установленном порядке по данным ВНД-69. Земляные работы, выполняемые в зимний период, оформляются соответствующими актами подрядчиком и заказчиком и предъявляются к оплате по фактически выполненным объемам.

2.2. Вынос и закрепление в натуре элементов дренажной сети

Важным этапом в подготовке строительства закрытых дренажных систем является вынос в натуру осей водотоков, каналов и основных сооружений с закреплением их на участке в плановом и высотном положении соответствующими геодезическими знаками. Эти работы обычно осуществляются с привлечением на договорных началах проектно-изыскательских организаций. Финансирование работ производится за счет средств, предусмотренных в сводном сметно-финансовом расчете техно-рабочего проекта осушения (подготовка территории строительства).

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

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

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

После окончания геодезических работ знаки, фиксирующие на местности местоположение каналов и сооружений, проектная организация передает по акту мелио-

ративно-строительной организации (ПМК). К акту прилагаются план системы в масштабе 1 : 2000 со схемой расположения всех закрепленных точек, ведомость закрепленных в натуре сооружений с каталогом отметок реперов. После сдачи ответственность за сохранность закрепленных в натуре знаков несет ПМК.

В процессе производства работ на объекте мелиорации ПМК обеспечивает сохранность всех разбивочных и геодезических знаков, а в случае повреждения с необходимой точностью их восстанавливает. Строительная трассировка дренажной сети, т. е. детальная разбивка и закрепление параметров коллекторов и дрен относительно закрепленных в натуре основных осей разбивки, производится непосредственно перед началом дренажных работ и выполняется специалистами мелиоративно-строительной организации или геодезистами топографических отрядов проектно-изыскательских организаций, привлекаемыми на субподрядных началах. В процессе трассировки вынужденные отклонения от технорабочего проекта согласовываются с главным инженером.

Работы по выносу проекта в натуру и строительной трассировке дренажа не должны выполняться с большим разрывом во времени. Как показывает производственный опыт мелиораторов Ленинградской, Калининской и других областей, особое внимание при трассировочных работах должно уделяться точности увязки дренажной системы в вертикальной плоскости; при этом проектирование коллекторов и дрен целесообразно производить до начала дренажных работ и обязательно увязывать положение отдельных коллекторов и дрен с отметками элементов высшего порядка.

Ниже излагаются основные рекомендации по рациональному выполнению строительной разбивки коллекторов и дрен.

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

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

Закрепление на местности положения дренажной системы проводится в строгой последовательности. Определив направление коллектора по его оси, устанавливают вешки, затем разбивают по его трассе пикеты и проводят их маркировку. Такие же операции проводят по трассам дрен. Техническим нивелированием фиксируются абсолютные отметки пикетов по трассам коллекторов и дрен. После этого ведут проектирование продольных профилей по всем дренажным линиям закрытой системы. Однако важно не допускать при безуклонной поверхности участка занижения глубины дрен (0,4—0,5 м при норме 0,7 м) в их истоках. С другой стороны, при проектировании дрен не следует предусматривать минимальные уклоны, это повысит качественное выполнение продольного профиля дрены экскаватором-дреноукладчиком. Следует отметить, что строительная разбивка и систематический контроль за точностью укладки коллекторно-дренажной сети связаны с большим объемом нивелировочных работ. Число нивелируемых точек иногда достигает 400—500 на 1 га площади дренажной системы. Поэтому вопрос совершенствования геодезического обеспечения строительства заслуживает особого внимания.

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

При разбивке пикетажа на коллекторно-дренажной сети в каждой пикетной или плюсовой точке устанавливают вешку (сторожок) высотой 50—80 см, а на уровне передаются при нивелировании абсолютные отметки. Пикетные сторожки в верхней части маркируются индексами элементов дренажной сети: указывается номер пике-

та, в конце каждой дренажной линии пишется номер дрены или коллектора и буквы Н (начало) и К (конец). На коллекторах соответственно отмечают местоположение колодцев.

2.3. Доставка и складирование материалов на объекте строительства

Приемка строительных конструкций, материалов и оборудования должна осуществляться по количеству, качеству и комплектности. При этом руководствуются условиями договора, заключенного между поставщиками и потребителями, а также «Положением о поставках продукции производственно-технического назначения».

Материально-техническое обеспечение строительства увязывается со сроками мелиоративно-строительных работ и определяется на основе объемов работ в натуральном выражении по данным проектно-сметной документации и технически обоснованным производственным нормам расхода и нормам производственных запасов материалов. При этом дополнительно рассчитывается расход материалов для работ, выполняемых за счет накладных расходов, и работ, производимых в зимнее время; должны также учитываться потери при транспортировке, погрузке, разгрузке и хранении в соответствии с действующими нормами.

До начала строительства на объект мелиорации завозится 25—30 % материалов и конструктивных элементов, но не менее 2-недельного запаса. При этом основная часть материалов, конструкций, дренажной арматуры доставляется в подготовительный период строительства.

Дренажные трубы, сборные железобетонные изделия и т. д. складируются так, чтобы радиус их перевозки на системе не превышал 1,0—1,5 км. Пластмассовые трубы в бухтах и отрезках следует хранить в закрытых помещениях или под навесом, предохранять от контакта с обогревательными приборами, нефтепродуктами и другими вреднодействующими на пластмассу веществами. При кратковременном хранении на открытом воздухе пластмассовые трубы от попадания прямых солнечных лучей укрываются брезентом, соломенными матами или другими имеющимися на местах материалами.

Особое внимание должно быть уделено хранению ке-

рамических дренажных труб. В полевых условиях их складывают рядами в штабеля. Количество и длина рядов не ограничиваются, но обычно длина бывает в пределах до 10 м. Перед укладкой труб на землю надо уложить доски или жерди, хворост, а в зимнее время предварительно площадку очистить от снега.

Подготовка основания под штабель труб необходима, так как в противном случае трубы во время оттепелей впитывают влагу, а при резких перепадах температур растрескиваются и расслаиваются, обычно в нижних рядах. Если керамические трубы хранятся зимой в контейнерах, то последние устанавливают на подкладки, чтобы предотвратить их примерзание к земле.

Для предварительных расчетов производственного запаса дренажных керамических труб и плановой потребности в них для областей Северо-Запада Ленгипроводхозом и СевНИИГиМом разработаны нормативы (в процентах от годовой поставки), которыми могут воспользоваться строители дренажных систем:

	На 1 января	На 1 мая
Архангельская область	41,2	65,8
Вологодская область	22,7	41,0
Ленинградская область	14,1	29,6
Мурманская область	—	—
Новгородская область	14,1	29,6
Псковская область	18,7	36,3
Карельская АССР	28,7	47,6
Коми АССР	29,3	39,5
Калининградская область	13,9	15,5

Важным моментом в рациональной организации дренажных работ является планирование доставки необходимых грузов на объект мелиорации. В задачу планирования контейнерных и пакетных перевозок входит обеспечение своевременной доставки мелиоративно-строительной организацией на объекты в контейнерах и средствах пакетирования дренажных материалов и конструкций в объемах, необходимых для выполнения годовой программы работ.

Планы контейнерных и пакетных перевозок должны обеспечивать соответствие заданной программе работ и срокам ее выполнения; достижение оптимальных результатов в использовании денежных, трудовых и материально-технических ресурсов при выполнении заданной программы работ; совершенствование технического и ор-

ганизационного уровня складского и транспортного обслуживания строительства на основе внедрения новых средств и передового опыта контейнеризации и пакетирования контейнеров и пакетопригодных грузов.

Грузооборот по каждому виду контейнеро- и пакетопригодных грузов, подлежащих доставке в контейнерах и средствах пакетирования, определяется произведением объема контейнерной и пакетной доставки (т) на расстояние перевозки (км).

Необходимое количество контейнеров и средств пакетирования каждого типоразмера может быть рассчитано по формуле

$$N_i^к = \frac{Q_q T_{об} K_р}{T_{пл} P_к},$$

где Q_q — объем контейнерной (пакетной) доставки в планируемом периоде, т; $T_{об}$ — продолжительность одного полного оборота контейнера, календарных дней; $K_р$ — коэффициент, учитывающий ремонтный фонд контейнеров или средств пакетирования, может быть принят 1,1—1,15; $T_{пл}$ — число календарных дней в планируемом периоде; $P_к$ — полезная нагрузка контейнера, т.

Специализированные контейнеры и средства пакетирования, применяемые для доставки дренажных материалов, изделий и конструкций в мелиоративном строительстве, как правило, являются собственностью грузоотправителей (предприятий промышленности строительных материалов, заводов керамических труб, железобетонных изделий и т. д.).

2.4. Комплектование дренажных бригад, организация строительства

Комплектование дренажных бригад. Численный, профессиональный и квалификационный состав рабочих в бригадах и звеньях устанавливают в зависимости от планируемых объемов выполнения работ с учетом принятой технологии их производства, достигнутого уровня выполнения норм выработки и заданий по росту производительности труда. При этом необходимо обеспечивать максимальное использование производительности ведущей машины, равномерную загрузку членов бригады в соответствии с их профессией и квалификацией и рациональное совмещение профессий.

Необходимым условием рационального формирования бригад является соответствие профессионального и численного состава рабочих характеру и сложности выполняемых объемов работ.

В комплекс работ, поручаемых бригаде, рекомендуется включать технологически связанные или зависимые работы.

Исходными данными для расчета рационального состава бригад служат: комплекс и трудоемкость поручаемых бригаде работ, нормативное время работы ведущей машины, срок производства работ, суточный режим машины и рабочих, уровень выполнения норм выработки рабочими.

Трудоемкость устанавливается на основе действующих норм затрат труда бригадой на данный комплекс работ, определяемый технологическими картами трудовых процессов с учетом данных о выполнении рабочими норм выработки.

Расчет состава дренажной бригады производится в определенной последовательности.

Сначала намечается комплекс работ, подлежащих выполнению бригадой, и на основе калькуляции подсчитывается его нормативная трудоемкость; затем из калькуляции выбираются затраты труда по профессиям и разрядам; разрабатываются рекомендации по совмещению профессий; определяется срок производства работ для бригады, работающей с ведущей машиной, — на основе данных о нормативном времени, необходимом ведущей машине для выполнения намеченного комплекса работ с учетом технологической последовательности выполнения работ; для бригады, работающей без ведущей машины,— по графику производства работ из ППР; рассчитывается численный состав бригады; определяется профессионально-квалификационный состав бригады.

Затраты труда по профессиям и разрядам рабочих устанавливаются на основе выработки по калькуляции трудовых затрат.

Если известны продолжительность выполнения работ в рабочих сутках, достигнутый уровень выполнения норм и планируемый рост производительности труда, то оптимальный численный, профессиональный и квалификационный состав комплексной бригады может быть определен по формуле $H = 100T_р/[П(B_н + B_р)]$, где H — оптимальный состав бригады; $T_р$ — трудоемкость ра-

бот, чел.-дней, определенная по калькуляции затрат труда; $П$ — продолжительность выполнения, принятая в соответствии с графиком производства работ; $В_п$ — выполнение норм выработки бригадой на предыдущем объекте; $В_р$ — планируемый процент роста производительности труда.

Состав бригады уточняется начальником участка и планово-производственным отделом ПМК. В случае доукомплектования бригад в процессе работы квалификация вновь принимаемых специалистов должна соответствовать среднему разряду рабочих бригады. На основании численного, квалификационного и профессионального состава бригады, трудоемкости выполнения работ составляются календарные графики производства работ.

Передовой опыт мелиораторов Литовской ССР, Ленинградской, Калининской и других областей Нечерноземной зоны показывает, что в определенных условиях более эффективно использование при дренажных работах сокращенного звена в составе комплексной бригады за счет рационального перераспределения труда и взаимозаменяемости членов звена при выполнении отдельных рабочих операций. При устройстве закрытого дренажа из керамических труб экскаватором-дреноукладчиком ЭТЦ-202А нормативный состав звена составляет 6 или 5 человек. Е. Миттас на примере хозяйств Литвы наглядно показал экономическую эффективность сокращения численности состава дренажного звена (табл. 17).

При строительстве дренажа в минеральных устойчивых грунтах с механизированной присыпкой дрен оптимальным является звено из 4 рабочих (машиниста, помощника машиниста, 2 рабочих-трубоукладчиков). Этот состав звена рационален и при механизированной обертке труб рулонным ЗФМ и ручной присыпке их гумусным грунтом.

Важным показателем работы дренажного звена может служить коэффициент времени машины $К_в$, определяемый по формуле $К_в = Т_{тех}/(Т_{тех} + Т_{пр}Т_{ср})$, где $Т_{тех}$ — технологическое время, затрачиваемое на копание траншеи, переезды к трассам дрен, заглубление и выглубление рабочего органа и устройство сопряжений; $Т_{пр}$ — простои экскаватора из-за недостаточно слаженной работы рабочих; $Т_{ср}$ — простои экскаватора из-за сокращения числа рабочих.

17. Варианты комплектования звеньев

Вариант технологии	Число рабочих в звене		Снижение выработки, экскаватора, %	Повышение производительности труда, %
	нормативное	сокращенное		
Укладка труб вручную с обкладкой рулонным ЗФМ вручную, обсыпка сверху фрезерным торфом, присыпка гумусным грунтом вручную	6	5	4	10,5
Укладка труб через лоток трубоукладчика (с поправкой труб вручную), механизированная обертка труб лентой рулонного ЗФМ, присыпка гумусным грунтом (немеханизирована)	5	4	6,3	11,7
То же, присыпка механизирована	5	4	0	25

При укладке керамических труб по лотку трубоукладчика при сокращении нормативного числа рабочих на одного человека коэффициент использования времени машины снижается на 63 %, а выработка на одного рабочего повышается на 16,8 %.

Исследованиями установлено, что средняя производительность экскаватора за час чистого и технологического времени почти идентична. Отклонение составляет не более 4—5 %.

В Ленинградской области в ряде ПМК за дренажной бригадой закрепляется два траншейных экскаватора, один бульдозер на тракторе класса тяги 30 кН, который осуществляет доставку дренажных материалов и окончательную засыпку дренажных траншей. Бригада работает по одному наряду. Работами руководит техник-мелиоратор. При такой организации труда двух дренажных звеньев более оперативно решаются вопросы организации и контроля качества работ техником-мелиоратором. При этом улучшаются условия расстановки звеньев на дренажные системы с различной трудоемкостью работ.

Мелиораторы Прибалтики строительство дренажа ведут комплексными бригадами, за которыми закрепляются 3—4 экскаватора-дреноукладчика ЭТЦ-202А, трак-

тор класса тяги 30 кН и бульдозер, установленный на тракторе. В состав бригады входят нивелировщик, реечник, 3 машиниста с помощниками и 8—9 рабочих-трубоукладчиков.

Бригадная форма организации дренажных работ внедрена в Литве. В ряде СМУ работы выполняют специализированные дренажные бригады со следующим закреплением техники: многоковшовые экскаваторы — 4—7; универсальные бульдозеры — 2; корчеватели-собиратели — 1—2; колесные тракторы — 2. В зависимости от сложности объектов мелиорации добавляется и другая вспомогательная техника.

Руководителями комплексных бригад назначаются опытные прорабы или мастера, которые оперативно управляют работой, своевременно обеспечивают выдачу заданий бригаде, контролируют качество работ, организуют быт на объектах. Старшие рабочие-контролеры проверяют качество прокладки и осуществляют входной контроль согласно ГОСТу поступающих на стройку материалов и конструкций.

В Ленинградской области при дренажных работах с применением дреноукладочного комплекса МД-4, МД-5 в звено по укладке дренажных трубопроводов с применением для регулирования продольных уклонов копирного троса обычно входит 7 человек:

машинист дреноукладчика МД-4 (VI разряд) — следит за техническим состоянием машин, проводит ТО, точно в соответствии с проектным уклоном укладывает пластмассовые трубы в отрываемую щель;

помощник машиниста (V разряд) — участвует в проведении технического обслуживания дреноукладчика, подготавливает дреноукладчик к работе, следит за правильной укладкой пластмассовых труб в отрываемую щель, производит работы по оформлению конца дрены;

машинист тягача (VI разряд) — следит за техническим состоянием МД-5, проводит ТО, участвует в подготовке дреноукладчика к работе, буксирует МД-4 во время укладки пластмассовых труб;

трубоукладчик (V разряд), — проверяет соответствие укладки дренажных труб в щели проектному профилю, устанавливает вехи, участвует в натяжении копирного троса;

трубоукладчик (IV разряд) — соединяет дрены с коллектором;

трубоукладчик (III разряд) — устанавливает копирный трос, участвует в установке вех;

трубоукладчик (II разряд) — участвует в подготовке приямка к соединению дрены с коллектором.

Заслуживает внимания опыт строительства закрытых осушительных систем в Клинской механизированной колонне № 8. Здесь строительство закрытого гончарного дренажа осуществляется комплексными бригадами, каждая из которых состоит из двух звеньев по укладке дренажа и звена по доставке и развозке строительных материалов по трассам дрен. В состав бригады входит и нивелировщик.

Звено по развозке строительных материалов имеет трактор класса тяги 30 кН и специальные сани-волокуши. В него входят тракторист и 2 рабочих, которые, кроме непосредственных операций по развозке строительных материалов, выполняют погрузоразгрузочные работы на приобъектном складе.

Керамические дренажные трубы развозят по трассам дрен и укладывают в штабеля по 30 труб через 10 м. Возле штабелей члены звена дреноукладчиков устанавливают упоры (штанги) и натягивают копирный трос.

Каждое звено по укладке дренажа укомплектовано многоковшовым экскаватором ЭТЦ-202А и тремя трубоукладчиками. На бункере дреноукладчика рационализаторами смонтирована полка, на которой размещается запас дренажных труб, пополняемый в процессе работы. В связи с этим несколько изменена обычная технология укладки дренажа. Обязанности между операторами-трубоукладчиками ($Т_1$, $Т_2$, $Т_3$) распределяются следующим образом.

В момент врезки экскаватора трубоукладчик $Т_1$ выполняет все операции, связанные с подключением дрены к коллектору. Одновременно он укладывает дренажные трубы из первого штабеля на полку в бункер. Трубоукладчик $Т_2$, находясь в бункере дреноукладчика, берет дренажные трубы с полки, стыкует их и укладывает на сплошную ленту стеклохолста, сматываемую с бобины, которая установлена в бункере.

Трубоукладчик $Т_1$ изолирует стыки труб фильтрующим материалом сверху (полосками рулонного защитнофильтрующего материала).

Трубоукладчик $Т_3$ присыпает уложенный дренаж гу-

мусным почвогрунтом на толщину 0,2—0,3 м и пополняет запас дренажных труб на полке, периодически подавая их по 5—7 шт. из штабеля трубоукладчику T_1.

Во многих передвижных механизированных колоннах Нечерноземья в составе комплексных бригад созданы звенья, состоящие из двух экипажей ЭТЦ-202А или ЭТЦ-202А в паре с МД-4, МД-5.

Вынос проектов в натуру производится специализированными звеньями геодезистов-нивелировщиков, находящимися в подчинении прорабов участков ПМК. Вместе с тем производственный опыт показывает, что вынос в натуру основных каналов и коллекторов должен выполняться опытными геодезистами проектно-изыскательских организаций, что значительно повышает качество работ.

Заслуживает внимания опыт по подготовке трасс в Калининский и Кимрской ПМК. Здесь расчистку трасс от деревьев, кустарника, пней и крупных камней осуществляет комплексная бригада с помощью бульдозера и корчевателя.

Подготовка производства включает доставку и складирование материалов, своевременную развозку их по трассам коллекторно-дренажной сети.

Сокращения расходов по подготовке дренажных трасс можно достичь при использовании специализированных звеньев и бригад, выполняющих на участке общие культуртехнические работы.

Хорошо зарекомендовали себя звенья по складированию и развозке материалов, укомплектованные 2—3 тракторами-тягачами, универсальными погрузчиками и транспортными емкостями.

Эти звенья ведут разгрузку прибывающих на приобъектные склады материалов и сборных конструкций, а затем по отчетному графику доставляют необходимые материалы на трассы закрытой дренажной сети.

Бригады по укладке дренажа при правильной технологии и организации производства на объекте могут значительно ускорить рабочий процесс. Это достигается своевременным выносом трасс в натуру; размещением в соответствующих местах дренажных материалов и арматуры; качественной подготовке трасс коллекторно-дренажной сети.

Перед работой экскаватора необходимо освободить трассу от густых кустарников и мелколесья, пней, по-

верхностных и полускрытых камней. При резко выраженном рельефе, замкнутых понижениях следует планировать трассу.

Установлено, что предварительное рыхление на тяжелых и закамененных грунтах позволяет очистить трассу от погребенной древесины и полускрытых камней, что в свою очередь способствует повышению выработки экскаваторов-дреноукладчиков.

Для обеспечения ритмичной и бесперебойной работы дреноукладчиков ЭТЦ-202А в перерывах между сменами обычно проверяется уровень масла в картере двигателя и в корпусе топливного насоса; наличие топлива в топливном баке и масла в баке гидросистемы; натяжение ленты транспортера цепи привода барабана транспортера и ковшовой цепи; состояние и наличие зубьев ковшей; правильность установки датчика и компенсирующей пластины следящей системы.

Производственный опыт показывает, что качественный отстой и фильтрация топлива и масла гарантируют бесперебойную работу топливной и гидравлической систем в течение сезона. Дополнительные емкости для отстоя масла и топлива, исправные фильтры и крышки баков исключают преждевременный выход систем из строя и сокращают простои экскаватора.

Хорошим примером организации работ служит Калининская ПМК-7, где все строительство объектов мелиорации производится по методу бригадного подряда. Здесь подготовительные звенья выполняют свои работы в срок и с высоким качеством, что создает условия для эффективного труда экипажей дренажных экскаваторов. Так, некоторые дренажные бригады экскаватора-дреноукладчика ЭТЦ-202А постоянно добиваются сменной выработки не менее 1000 м дренажа. Здесь четко отработана последовательность выполнения производственных операций. Одновременно с заездом экскаватора к устью дрены или коллектору устанавливаются упоры под копирный трос, подготавливаются дренажные материалы. Укладка труб производится через бункер трубоукладчика. После завершения устройства дренажного трубопровода копирный трос не сматывают на катушку, а перемещают на другую дренажную трассу в развернутом виде на специальных упорах.

В Кимрской ПМК-10 объединения Калининмелиорация широко применяется производственная специализа-

ция. Созданы бригады по укладке дренажа, производству культуртехнических работ, строительству гидротехнических сооружений, заготовке и вывозке торфа, что позволило лучше распределить трудовые ресурсы и технику на объектах мелиорации.

На строительстве дренажа работают сразу 5—6 многоковшовых экскаваторов, приданных одной специализированной бригаде, за которой закрепляются две обслуживающие бригады — погрузочно-разгрузочная, доставляющая керамические трубы, конструкции и материалы на объект, и бригада по развозке труб вдоль трасс дрен и коллекторов. При специализации значительно повышается выработка дреноукладчиков.

Специализация производственных звеньев позволила внедрить в ПМК бригадный подряд, широкое применение которого способствует концентрации сил и ресурсов, сокращению незавершенного производства, а также развитию творческой инициативы и повышению качества строительства.

Специфика мелиоративного строительства создает определенные трудности в эффективном внедрении бригадного подряда. Но вместе с тем, как показывает передовой опыт, подрядные бригады, созданные в объединении Калининмелиорация, добились высоких показателей при закладке дренажа. Здесь отработан оптимальный состав бригады: два экипажа дренажных экскаваторов и сопутствующие специализированные звенья. Наряд выписывается на всю бригаду, и зарплата распределяется согласно разрядам.

Для ритмичной работы на подряде необходимы качественная инженерная подготовка объекта, график загрузки и движения специализированных звеньев, стабильность коллектива бригады.

В КамГЭСэнергострое в целях дальнейшего повышения эффективности строительства разработана и внедрена организация производства земляных работ на основе унифицированных механизированных комплексов. Был проведен анализ строительных процессов, выполняемых специализированными бригадами, что позволило унифицировать их и сгруппировать по технологическим признакам. В результате все выполняемые процессы были сгруппированы так, что могли выполняться набором конкретных землеройных машин. Получилось 12 постоянных по составу, но отличающихся между собой

унифицированных механизированных комплексов, каждый из которых рассчитан на выполнение нескольких сводных по технологии групп работ.

Для каждой группы разработаны усредненные, унифицированные нормативные технико-экономические данные, отражающие все потребности и затраты, необходимые и достаточные для планирования, разработки проектов организации и производства работ, материально-технического снабжения, инженерной подготовки производства работ, материально-технического снабжения, инженерной подготовки производства и составления для рабочих коллективов механизированных комплексов подрядных договоров.

Унифицированные технико-экономические данные сведены в специальные таблицы и используются как нормативная база для выполнения всех необходимых расчетов и получения соответствующей рабочей документации через ЭВМ. Это позволило резко снизить трудоемкость всех расчетов и высвободить инженерно-технических работников, сосредоточив их внимание на инженерной подготовке производства. Отпала необходимость в трудоемких операциях по выписке и закрытию нарядов, так как заработная плата четко определена в зависимости от конечного результата. При промежуточном закрытии нарядов сумма зарплаты определяется процентом готовности дренажа на момент закрытия. Появилась возможность своевременного согласования графиков производства работ, вопросов организации и стыковки со смежниками.

Организация контейнерной доставки дренажных труб. Анализ структуры трудовых затрат показывает, что в общем балансе трудоемкости процесса строительства дренажа немеханизированные операции составляют около 30 %. Особенно высок их удельный вес в операциях, связанных с доставкой керамических дренажных труб на объект. Значительны потери труб в результате боя при транспортировке на объект. Применение технологии работ на основе контейнерной доставки дренажных керамических труб позволяет значительно сократить ручной труд, повысить производительность и снизить стоимость строительства дренажа.

Транспортировать керамические дренажные трубы целесообразно пакетами в контейнерах, а хранить их на складах в пакетах. Это позволяет не только улуч-

шить сохранность труб при доставке их с завода на трассы дрен, но и полностью механизировать погрузочно-разгрузочные работы.

От завода-изготовителя до склада строительной организации дренажные трубы могут транспортироваться как железнодорожным, так и автомобильным транспортом по четырем основным технологическим схемам. При этом загрузка на складе завода предусматривается с помощью погрузочно-разгрузочных средств.

Технологическая схема 1. Керамические дренажные трубы доставляются железнодорожным транспортом до станции назначения и автотранспортом от станции до центрального или приобъектного склада, где пакеты выгружают из контейнеров и хранят в штабелях в четыре яруса. В процессе строительства дренажа пакеты с трубами загружаются в контейнеры и доставляются к трассам дрен. При этом выполняется значительное количество погрузочно-разгрузочных операций.

Такая технологическая схема применяется, когда поступление дренажных труб превышает их расход и возникает необходимость складирования и освобождения контейнеров для повышения их оборотности.

Технологическая схема 2. Керамические дренажные трубы в контейнерах доставляются железнодорожным транспортом до станции назначения и автотранспортом до приобъектного склада, где складируются на длительное хранение. К трассам дрен трубы доставляются в контейнерном поезде тракторами. Такая технологическая схема применяется при наличии на заводе-изготовителе достаточного количества контейнеров.

Технологическая схема 3. Керамические дренажные трубы доставляются автотранспортом от завода-изготовителя до приобъектного склада, откуда через определенное время доставляются к трассам дрен в контейнерных поездах. Такая технологическая схема применяется при наличии в достаточном количестве контейнеров на заводе-изготовителе и когда расход труб при закладке дренажа соответствует их поступлению.

Технологическая схема 4. Керамические дренажные трубы доставляются автотранспортом от завода-изготовителя до центрального или приобъектного склада, где пакеты из контейнеров выгружаются и хра-

нятся в штабелях в несколько ярусов. Такая технологическая схема применяется, когда поступление дренажных труб превышает их расход и возникает необходимость складирования и освобождения контейнеров для повышения их оборотности.

Стоимость перевозки дренажных труб зависит от расстояния транспортировки, что и определяет экономическую целесообразность применения автомобильного или железнодорожного транспорта.

Керамические трубы диаметром до 125 мм включительно рекомендуется перевозить автотранспортом на расстояние не более 100 км, а диаметром свыше 125 мм — на расстояние не более 150 км.

Для перевозки контейнеров с трубами на более дальние расстояния целесообразно использовать железнодорожные полувагоны и платформы с погрузкой контейнеров в два яруса.

Широко применяемая в практике схема транспортировки керамических дренажных труб предусматривает погрузку их на заводе-изготовителе в контейнеры, перевозку на железнодорожном или автомобильном транспорте до приобъектного склада. Перед закладкой дрен трубы на объект транспортируют на различных прицепах без контейнеров и раскладывают вручную вдоль трасс дрен.

Такая технология связана со значительными простоями транспорта под погрузкой и выгрузкой, затратами труда и потерями керамических труб из-за их боя. Неудовлетворительна конструкция контейнеров, многие из которых отличаются высокой металлоемкостью и низким коэффициентом использования грузоподъемности транспорта.

Эффективность контейнерной доставки труб зависит от увязки ряда сложных технологических решений. Если для заводов-изготовителей целесообразно применение контейнеров большей вместимости, то непосредственно на объектах использование их строителями нерентабельно, так как требует больших трудозатрат и дополнительного ручного труда для раскладки труб вдоль трасс дрен. Вместе с тем контейнеров большой вместимости требуется меньше, что приводит к снижению удельной металлоемкости и уменьшению количества операций на погрузочно-разгрузочных работах. Например, применение контейнеров вместимостью 1000 труб, по

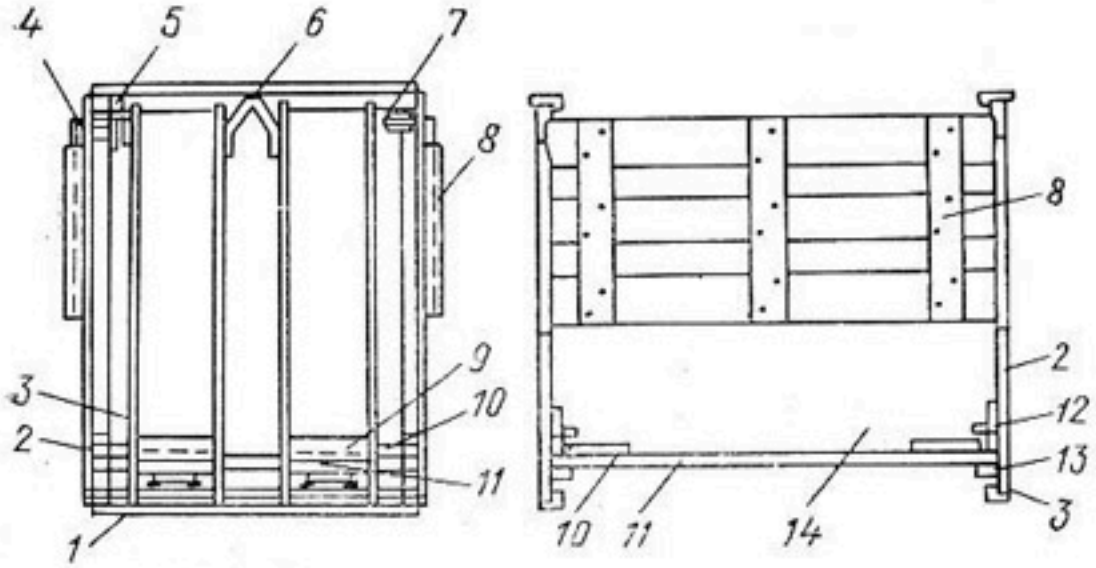


Рис. 11. Разборный контейнер для транспортировки керамических труб (ЦНИИМЭСХ):

1 — ограничитель; *2* — стенка; *3* — прутья; *4* — щит; *5* — замóк; *6* — монтажный захват; *7* — проушина; *8* — уголок; *9, 12, 13* — упоры; *10* — поперечная рейка; *11* — продольная рейка; *14* — щит

данным Центрального научно-исследовательского института механизации и электрификации сельского хозяйства (ЦНИИМЭСХ), позволяет снизить удельную металлоемкость на одну трубу до 52 г против 166 г для контейнеров вместимостью 300 труб.

Производственный опыт свидетельствует о целесообразности применения контейнеров двух типов, обеспечивающих транспортировку труб по технологическим схемам завод — трасса дрены и завод — приобъектный склад. Для различных технологических схем могут применяться разборные контейнеры вместимостью 1000 и 300 труб диаметром 50 мм, секционные лыжи и оборудование для присоединения лыж к трактору и экскаватору.

Контейнеры представляют собой разборную конструкцию состоящую из стенок, поддона и щитов (рис. 11). Поддон выполнен в виде щита из поперечных и продольных дощатых реек. Число продольных реек, концы которых выступают из-за поперечных, соответствует числу рядов труб, укладываемых в контейнер. В контейнере вместимостью 1000 труб их укладывают в три ряда, а в контейнере вместимостью 300 труб — в два. Поддон фиксируется относительно стенок с помощью ограничителя. Стенка представляет собой раму, выполненную из уголка с приваренными к ней прутьями. Внизу стенки имеются упоры и для установки поддона,

а сверху между прутьями расположена петля для строповки. Сбоку стенки закреплены уголки, образующие пазы для установки щита.

Собранный контейнер скрепляется сверху при помощи стяжек, закрепленных шарнирно одним концом в проушине, а другим — в замке. Поддон удерживает стенки от расхождения снизу, так как ограничители охватывают расположенные на них трубы. Сближаться стенкам не позволяют щиты, состоящие из дощатых продольных и поперечных реек, которые после установки стяжек закрепляются в пазах, образуемых уголками. Трубы и уголки ограничивают перемещение поддона в вертикальной плоскости.

Контейнеры разборной конструкции позволяют осуществлять механизированную выгрузку и пакетирование труб.

В последние годы успешно осуществляется внедрение в практику мелиоративного строительства средств малой механизации — нормокомплектов (НК). Эффективно их применение на строительстве закрытого дренажа с относительно высоким уровнем механизации технологических операций. Состав нормокомплекта следующий: пакет металлический складной вместимостью 300 труб; пакеты деревометаллические разборные с откидными поддонами вместимостью 300 и 1000 труб; гидравлическая навеска на экскаватор ЭТЦ-202А; полиэтиленовые соединительные муфты (310 шт.) на 100 м дрены; гидрокран на базе трактора класса тяги 30 кН, коловорот, лопата, молоток, присыпатель дрен на базе трактора класса тяги 30 кН.

Разработанный специалистами Союзоргтехводстроя и Горьковского Оргтехводстроя пакет металлический складной позволяет транспортировать трубы от завода-изготовителя до траншеи без применения ручного труда и хранить их на приобъектном складе. Для экономии металла при длительном хранении труб авторы рекомендуют применять разработанный Союзоргтехводстроем совместно с ЦНИИМЭСХом деревометаллический пакет с откидным поддоном.

Погрузочно-разгрузочные операции в процессе доставки труб от завода-изготовителя до приобъектного склада осуществляются специализированными подъемными средствами — самоходным автопогрузчиком типа 4011 или погрузчиком-экскаватором типа ПЭ-0,8. С при-

объектного склада пакеты на транспортной тележке доставляют к устью дрен и устанавливают на гидравлические площадки, агрегатируемые с экскаватором-дреноукладчиком ЭТЦ-202А. В рабочем положении площадки скользят по поверхности трассы, а в транспортном их поднимают, что не ухудшает маневренность экскаватора при переезде с дрены на дрену.

Имеющийся в НК набор полиэтиленовых соединительных муфт позволяет надежно стыковать трубы. Рабочий, выполняющий эту операцию, находится на гидравлической площадке и подает состыкованные трубы в виде дренажной плети на спускной лоток бункера трубоукладчика.

Для предварительной присыпки дрен гумусным почвогрунтом может применяться присыпатель дрен, который монтируют на тракторе класса тяги 30 кН. Применение присыпателя позволяет высвободить рабочего.

Внедрение предлагаемых НК для строительства закрытого горизонтального дренажа, по расчетам авторов, позволяет высвободить из каждой бригады один многоковшовый экскаватор-дреноукладчик ЭТЦ-202А и сократить состав бригады на 3 человека; уменьшить потери труб от боя во время их транспортировки; значительно повысить производительность труда на погрузочно-разгрузочных операциях и ежегодную выработку бригады; улучшить качество строительства и поднять культуру производства.

Транспортировка керамических труб по схеме завод — траншея предусматривает использование контейнеров вместимостью 300 труб, рассчитанных на оптимальную длину дрены, и кассет на шесть таких контейнеров.

По этой технологической схеме контейнеры загружают трубами у обжиговых печей, вывозят вильчатым погрузчиком на площадку заводского склада и устанавливают в кассеты. Все последующие операции до приобъектного склада осуществляются только с кассетами. это позволяет снизить простои транспорта при погрузочных операциях, грузить кассеты в железнодорожные вагоны в три яруса автомобильными или башенными кранами. После доставки кассет на станцию назначения их перегружают на автотранспорт и перевозят на приобъектный склад. Размеры кассет увязаны с габаритами кузовов автомобилей.

На приобъектном складе тракторными кранами из кассет извлекают контейнеры с трубами и устанавливают их в штабеля. Затем по мере надобности 5—6 контейнеров летом или 10—12 зимой устанавливают краном поштучно на секционные лыжи и формируют из них поезда в сцепе с трактором класса тяги 30 кН. Развозят контейнеры по объекту после разбивки и закрепления на местности осей осушителей и коллекторов. Каждую лыжу с контейнером отцепляют последовательно и устанавливают в устье коллектора или осушителя в 1,4 м от оси (справа по ходу экскаватора). В случае большой длины коллектора или осушителя на его трассе устанавливают несколько контейнеров.

Контейнеры с трубами вдоль оси дрены перемещают с помощью дренажных экскаваторов, оснащенных прицепным устройством с гибкими тягами, регулируемыми по длине. Экскаватор устанавливают по оси дрены так, чтобы контейнер находился между его ходовой частью (правой гусеницей) и осью копирного троса. После заглубления рабочего органа и соединения элементов осушительной сети на контейнере устанавливают съемные подмостки, а к лыже прикрепляют тяговый оголовок и соединяют его гибкими тягами с экскаватором. При дальнейшем движении экскаватора контейнер, установленный на лыже, смещается в колею гусеницы и двигается вслед за ней рядом со спускным лотком дреноукладчика. При этом дренажные трубы подаются непосредственно из контейнера в спусковой лоток.

Порожние контейнеры формируют в поезда и транспортируют для повторной загрузки на приобъектном складе или отправки на завод-изготовитель.

Применение описанной выше технологии и оборудования для транспортировки дренажных труб позволяет снизить затраты труда по сравнению с существующей технологией (с учетом укладки труб в траншею) на 60—65 %.

В зимний период и при подготовке объекта к строительству более целесообразно транспортировать трубы по схеме завод — приобъектный склад для создания их запаса, используя контейнеры вместимостью 1000 труб.

Средние показатели трудовых затрат на строительство дренажа из керамических труб на 1 км трассы, по данным ЦНИИМЭСХа (1979 г.), составляют: на погрузку труб в контейнеры — 2,2 чел.-ч; на составление

поезда из контейнеров 0,6 чел.-ч; на развозку и расстановку контейнеров в устьях дрен — 2,7 чел.-ч; на укладку труб в траншею — 132 чел.-ч.

В настоящее время складные металлические пакеты успешно используют для транспортировки керамических дренажных труб диаметром 50—150 мм железнодорожным и автомобильным транспортом от завода-изготовителя до экскаватора-дреноукладчика.

Металлический складной пакет состоит из жесткого основания, выполненного из четырех уголков, приваренных к двум опорам; двух торцовых стенок из уголка, шарнирно закрепленных на основании; двух боковых стенок из круглой стали, складывающихся пополам и шарнирно закрепленных на основании; верхнего разъемного хомута из круглой стали.

Боковые стенки порожних пакетов складывают, торцовые стенки поворачивают на шарнирах и укладывают на основание.

Перевозка керамических дренажных труб в металлических складных пакетах позволяет сократить потери труб от механических повреждений с 36 до 2 %, повысить производительность труда на погрузочно-разгрузочных операциях в 6—7 раз, увеличить загрузку железнодорожных полувагонов с 45 до 90 %, а автомобильного транспорта — до 100 %.

Кроме того, в сложенном состоянии пакет имеет малый объем, и его можно использовать длительное время.

Экономический эффект от применения комплексной механизации перевозки керамических труб (пакет, кассета, погрузочно-разгрузочные приспособления) от завода-изготовителя до экскаватора-трубоукладчика при строительстве закрытого дренажа составляет примерно 85 р. на 1 га мелиорируемых земель.

Литовские мелиораторы успешно применяют комплект технологического оборудования типа К-37, который обеспечивает цикл погрузочно-транспортных операций. В состав комплекта входят (рис. 12) гидроподъемник на тракторе класса тяги 60 кН, тракторные сани, ручные специальные захваты.

Для доставки труб от приобъектного склада до места укладки разработчики рекомендуют внедрять указанное оборудование в два этапа. Первый этап предполагает развозку и раскладку труб по трассам будущих дрен

Техническая характеристика контейнера-пакета на 300 труб диаметром 50 мм

Габариты, мм:	
в рабочем положении —	
длина	905
ширина	760
высота	880
в транспортном положении —	
длина	905
ширина	760
высота	250
Масса пакета, кг:	
порожнего	49
загруженного трубами диаметром 50 мм	500
Объем, $м^3$	0,52

и после разгрузки — доставку пустых контейнеров на приобъектный склад. Затем по мере оснащения мелиоративно-строительных организаций подъемно-транспортным оборудованием подлежит реализации второй этап, при котором по трассам дрен резервные контейнеры расставляются с таким расчетом, чтобы обеспечить бесперебойную работу бригады.

Основные требования к конструкции и параметрам комплекта технического оборудования следующие. Деревянный контейнер должен составлять единый комплект с погрузочно-транспортными механизмами. Его габариты должны отвечать условиям транспортировки авто- и железнодорожным транспортом (в 1—2 яруса): длина 1,25 м, высота 1,15 м, ширина 0,7 м, вместимость контейнера 506—511 труб диаметром 50 мм; прочность должна отвечать условиям механизации погрузки и разгрузки, для чего к поддону при помощи металлических узлов крепятся боковины, что увеличивает жесткость конструкции и ее прочностные показатели.

Оборудование К-37 комплектуется сменным погрузочно-разгрузочным механизмом К-37-1, прицепом К-37-2 и контейнером К-37-3.

Сменный погрузочно-разгрузочный механизм К-37-1 агрегатируется с трактором ДТ-75Б и предназначен для погрузки контейнеров с керамическими дренажными трубами на прицеп. В случае необходимости может быть использован и для разгрузки контейнеров с транспортных средств на мелиоративном объекте; керамические дренажные трубы развозят по трассам будущих дренажных линий в контейнерах К-37-3 на прицепе К-37-2.

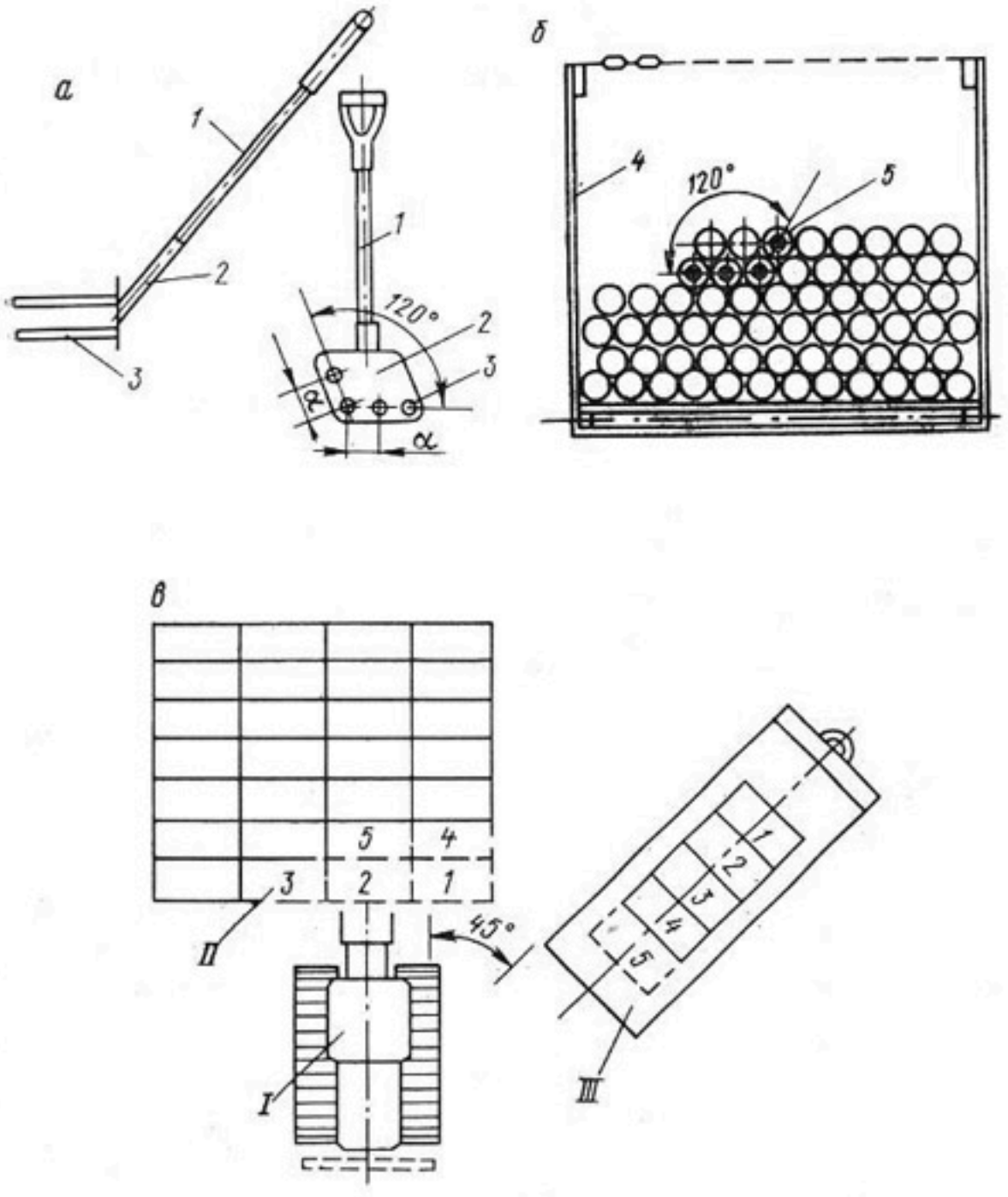


Рис. 12. Схемы погрузки контейнеров и технологической оснастки для перемещения труб:

а — захват; *б* — контейнер с трубами; *в* — схема погрузки контейнеров; *1* — рукоять; *2* — держатель; *3* — палец; *4* — контейнер; *5* — положение пальцев захвата при съеме труб; *I* — бульдозер с гидроподъемником; *II* — контейнеры; *III* — тракторная волокуша

На объектах строительства Главдальводстроя при устройстве дренажа освоено применение металлических контейнеров КД-3 складных, многократного пользования, вместимостью 320—340 керамических труб диаметром 50 мм, масса контейнера с грузом 447—471 кг. Контейнеры погружаются на специальную дренажную пэну

Техническая характеристика комплекта К-37

Сменное погрузочно-разгрузочное оборудование К-37-1

Тип	Навесной
Управление	Гидравлическое
Грузоподъемность, кН	До 8
Высота подъема, м	1,5
Рабочая скорость, км/ч	До 2,2
Габариты (с трактором), мм:	
длина	До 7000
ширина	По трактору
высота	До 3200
Масса, кг	260

Прицеп К-37-2

Габариты, мм:	
длина	5000
ширина	2000
высота	1200
Масса, кг	1050

Контейнер К-37-3

Габариты, мм:	
длина	1250
ширина	700
высота	1150
Масса, кг	55
Обслуживающий персонал, чел.	3

специальным гидрокраном на тракторе-тягаче ДТ-75Б. При этом их устанавливают в два ряда по ширине металлического листа и в три ряда по его длине, причем крайние контейнеры устанавливают сетками наружу. Емкость с пластмассовыми муфтами или рулонным ЗФМ устанавливают на лист вручную. После доставки контейнеров к ЭТЦ-202А они перегружаются на специальную гидравлическую навеску, агрегатируемую с экскаватором-дреноукладчиком. Затем трубоукладчик укладывает трубы на лоток, по которому они спускаются на дно траншеи. В случае применения соединительных муфт их вначале вставляют в зачищенный торец керамической трубы.

Технологическая схема транспортировки керамических труб до экскаватора-дреноукладчика показана на рис. 13.

Мелиораторами Литвы освоено специальное оборудование типа «Рокай» для транспортировки контейнеров от приобъектного склада и развозки керамических труб вдоль трасс дрен.

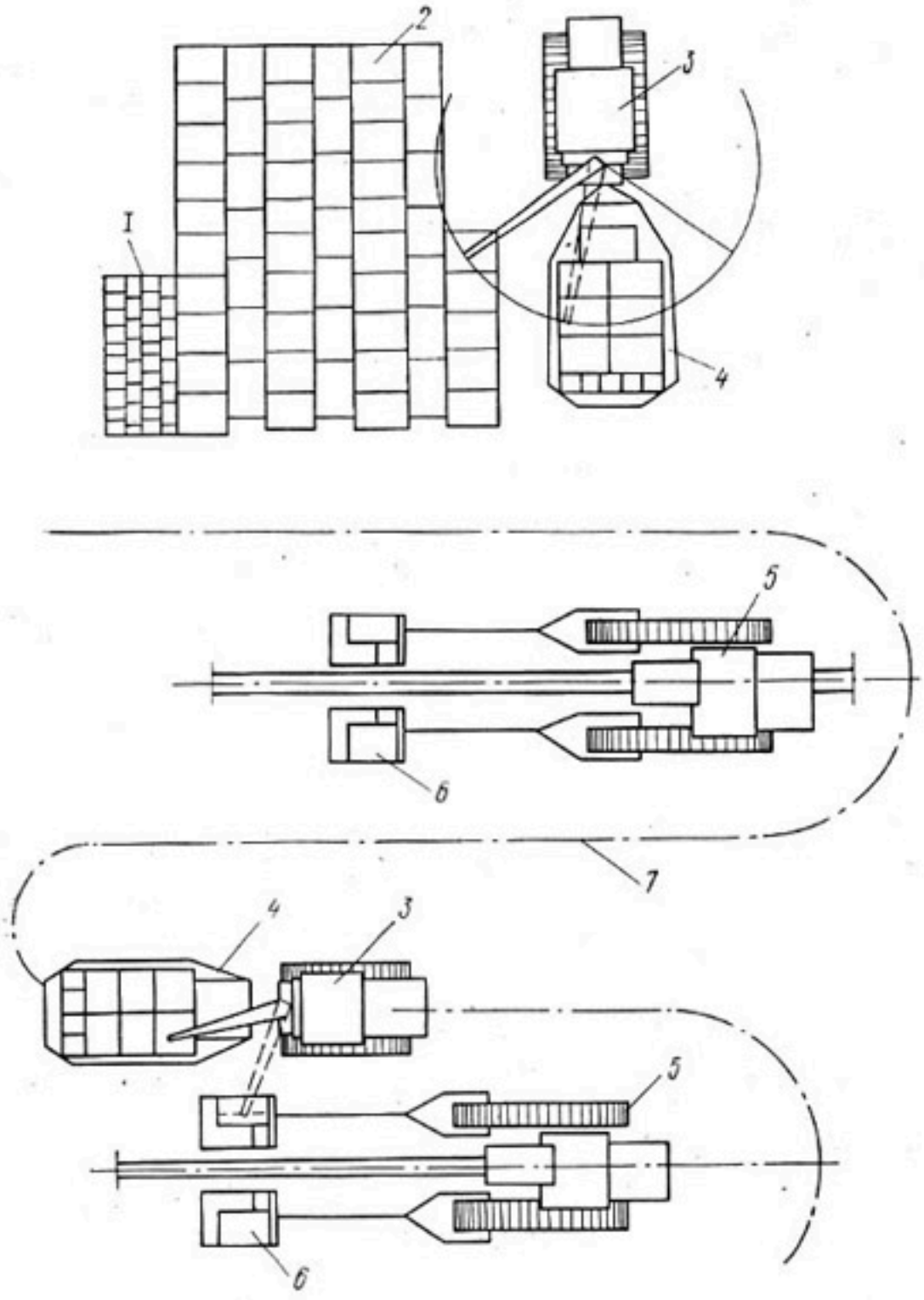


Рис. 13. Схема (план) доставки керамических труб и пластмассовых муфт от приобъектного склада до экскаватора-дреноукладчика ЭТЦ-202А:

1 — емкости с муфтами; *2* — контейнеры с керамическими трубками; *3* — трактор с гидроподъемником; *4* — тракторная волокуша; *5* — дреноукладчик ЭТЦ-202А; *6* — прицепные лыжи; *7* — путь движения транспортного поезда

Технология работ с применением этого оборудования заключается в следующем. Бульдозер со специальной навеской подъезжает к контейнеру, рабочий вставляет захват в поддон контейнера. Тракторист-бульдозерист поднимает контейнер, подъезжает к металлическому

листу (пэне) и ставит на него 5—6 контейнеров. Затем он, не выходя из кабины, подсоединяет пэну к бульдозеру и транспортирует ее к дренажным трассам. При этом бульдозер останавливается через каждые 10 м, и рабочий-трубоукладчик с помощью специальных захватов достает дренажные трубы из контейнера, раскладывая их вдоль трассы. Разгрузочные контейнеры доставляются обратно на приобъектный склад. Основные технологические показатели работы указанного оборудования при условии доставки к дренам керамических труб диаметром 50 мм следующие:

Количество контейнеров типа «Рокай» на пэне, шт.	6
Продолжительность цикла при расстоянии транспортировки до 1 км, мин	120
Производительность за смену, км	4,0
Обслуживаемые экскаваторы-дреноукладчики, шт.	4—5

Поточно-комплексный метод производства мелиоративных работ. Наиболее совершенной формой организации производства на современном этапе является поточный метод, представляющий собой механизированный непрерывный и взаимоувязанный процесс выполнения технологических операций. Применение этого метода в организации мелиоративного строительства позволяет наиболее рационально использовать людские и материально-технические ресурсы, способствует равномерной загрузке строительных организаций, сокращает продолжительность строительства, обеспечивает четкий ритм сдачи объектов мелиорации в сельскохозяйственное использование.

Организация мелиоративно-строительных работ на основе поточных методов предусматривает разработку структуры потока; расчленение строительного процесса на составные, частные процессы; концентрацию и одновременное выполнение всех видов работ в технологической последовательности для определения периода строительства специализированными бригадами (звеньями); непрерывность производства и очередность работы бригад на пусковых комплексах.

Для такой организации мелиоративно-строительных работ необходимо решение следующих вопросов: расчет фонда рабочего времени основных мелиоративных машин, необходимый для обоснования возможности круглогодового строительства; обоснование для каждой мелио-

ративно-строительной организации зоны сроков начала и окончания основного (весенне-летнего) и задельного (осенне-зимнего) периодов строительства; четкое разграничение и точное выполнение технологии мелиоративных работ на объектах строительства по периодам года; планирование работ мелиоративно-строительных организаций на период не менее чем два года с учетом подготовительных (задельных) работ на объектах мелиорации.

Разработка способов поточного строительства в мелиоративных и водохозяйственных организациях должна начинаться с определения структуры комплексного потока, а также числа формирующих его объектных потоков. Структура комплексного потока определяется на основе детального изучения особенностей и состава работ на объектах строительства. Вся годовая производственная программа включается в комплексный поток, состоящий из ряда параллельных специализированных потоков, каждый из которых объединяет группу однородных объектов.

Структура комплексного потока служит основой для определения структуры мелиоративно-строительной организации (ПМК), количества строительных участков и специализированных бригад.

Применительно к мелиоративному строительству потоки классифицируются по структуре, характеру развития и продолжительности строительства (табл. 18).

Объекты строительства делятся на пусковые комплексы, количество которых бывает обычно больше числа специализированных бригад, участвующих в работе, что позволяет бригадам работать последовательно, сменяя друг друга. Такой порядок работы на 4—6 объектах строительства приводит к тому, что через определенный промежуток времени (период развертывания потока) все бригады одновременно будут участвовать в работе на различных пусковых комплексах, переходя с одного на другой через промежутки времени, обеспечивающие ритмичную непрерывную работу.

Важный момент в мелиоративном строительстве — определение сроков завершения работ, т. е. производственной программы сдачи площадей текущего года и переход на выполнение задельных работ по программе будущего года.

18. Классификация потока при производстве мелиоративно-строительных работ

Разновидность потоков	Тип потока	Характеристика строительных потоков
По структуре и виду строительной продукции	Частный	Один рабочий процесс или группа, непрерывно выполняемые специализированной бригадой или звеном (отрывка сечений каналов, укрепление каналов, развозка конструкций, материалов и т. д.)
	Специализированный	Совокупность частных потоков, объединение единой схемой параметров (строительство открытой сети, строительство закрытого дренажа, сооружений)
	Объектный	Совокупность технологически связанных специализированных потоков, выходом которых являются законченные мелиоративные объекты
	Комплексный	Совокупность организационно связанных объектных потоков, строительной продукцией которых являются все объекты мелиоративного строительства, включенные в производственный план мелиоративно-строительной организации
По характеру развития	Равноритмичный	Предусматривает равную продолжительность выполнения работ на каждом пусковом комплексе, объекте, т. е. все составляющие частные потоки имеют единый ритм
	Неритмичный	Частные потоки не имеют постоянного ритма вследствие разных видов работ на пусковом комплексе, объекте
По продолжительности	Краткосрочный	Организуются при строительстве одного или группы объектов в течение короткого периода времени (до года)
	Долгосрочный	Действует длительное время и охватывает всю программу работ, выполняемую мелиоративно-строительной организацией

Такой период наступает в середине осени и определяется сроком, когда почва достигает полной влагоемкости. Объекты, сдаваемые в этот период, имеют недоделки, и, как правило, их приходится устранять в следующем году.

Время насыщения верхних горизонтов почвы избыточной водой и глубину промерзания в каждом конкрет-

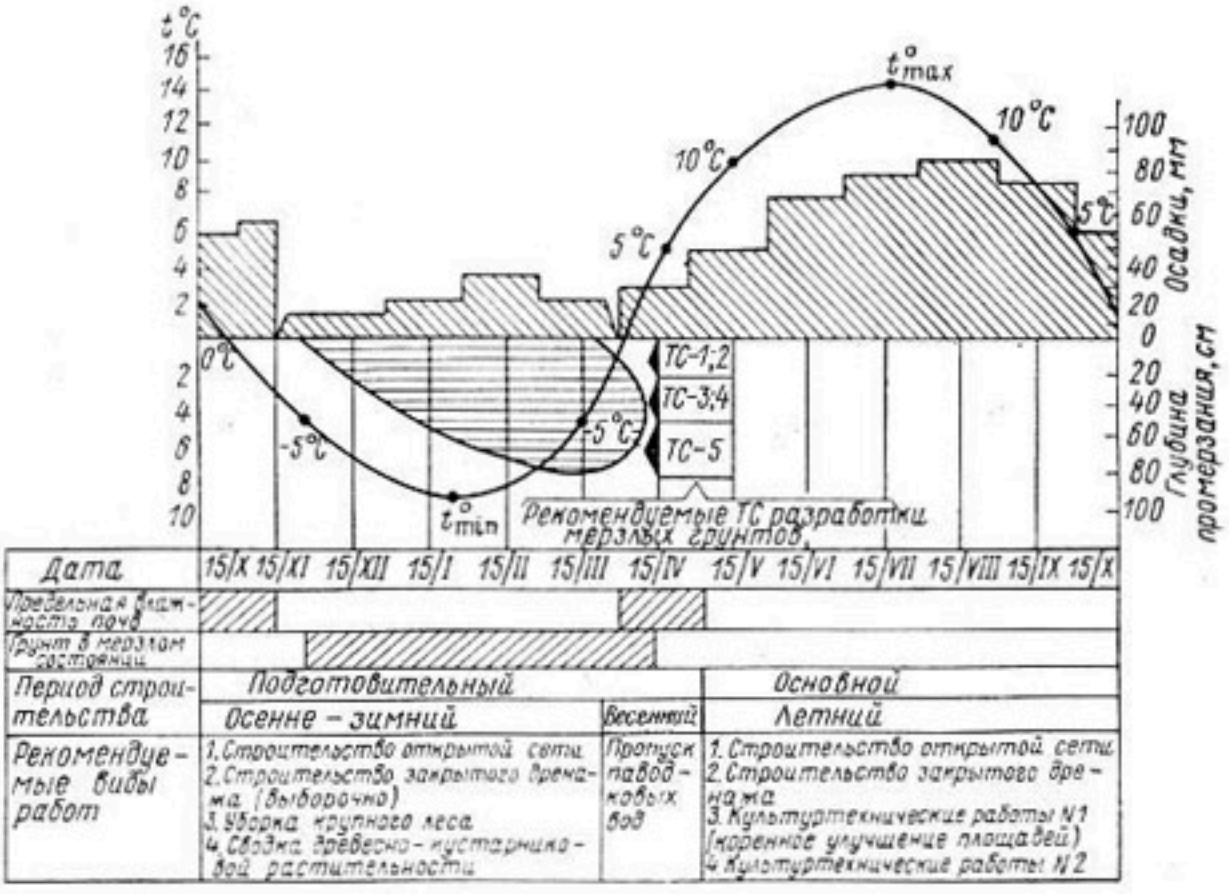


Рис. 14. Мелиоративно-строительный график

ном случае можно определять по графику природно-климатических параметров, который составляется для каждого характерного объекта строительства по данным ближайших метеорологических станций (рис. 14). Этот график используется при детальной разработке проектов организации с учетом производства работ в осенне-зимнее время и служит обоснованием для выбора рациональных технологических схем производства дренажных работ.

Организация мелиоративного строительства на основе поточного метода предполагает равномерную круглогодовую загрузку мелиоративно-строительных организаций, что имеет большое значение для закрепления квалифицированных кадров, более полной загрузки строительных машин и механизмов.

Качество мелиоративных систем, построенных в сложных гидрогеологических условиях, зависит от соблюдения проектных решений и технологических требований. При этом важное значение имеет инженерная подготовка строительства (КИПП), когда создается техническая, материальная и организационная база на объектах мелиорации.

Инженерная подготовка включает распределение объектов строительства по группам сложности; установление очередности производства работ в осенне-зимний и весенне-летний периоды; формирование специализированных бригад, за которыми закрепляются конкретные работы по периодам строительства; изучение технологических особенностей строительства в сложных гидрогеологических условиях с учетом зимнего периода производства работ; составление графиков поставки техники, оборудования, материалов.

Поточный метод производства работ широко применяется в мелиоративно-строительных организациях Главнечерноземводстроя. Так, в объединении Ленмелиорация ежегодно на базе поточного метода осуществляется строительство систем на площади до 15 тыс. га. Это позволило значительно улучшить технико-экономические показатели передвижных механизированных колонн, снизить себестоимость строительно-монтажных работ и улучшить качество строительства.

Освоение поточных методов положительно сказывается на ритмичности работы мелиоративно-строительных организаций, что проявляется в ежегодном увеличении объемов строительства закрытого дренажа в осенне-зимний период, а также в более равномерном вводе мелиорируемых земель начиная с мая. В мае вводится в эксплуатацию 10 % мелиорируемых земель (от годового плана), в июне — 16 %, июле — 18 %, августе — 22 %, сентябре — 20 %, октябре — 14 %.

Важным для мелиоративного строительства зоны является определение сроков окончания основных работ — программы сдачи площадей в текущем году и переход к выполнению работ по программе следующего года. Такой переход определяется сроком насыщения почвы влагой до полной влагоемкости в результате выпадения осадков в осенний период.

Анализ природно-климатических условий области (района), где ведется строительство, позволяет установить для конкретного района целесообразные сроки окончания производства основных видов работ. Например, окультуривание земель в Ленинградской области после октября нецелесообразно. Значит, в октябре должен заканчиваться и начинаться мелиоративный год, т. е. к этому сроку необходимо подготовить техническую

документацию по годовой программе мелиоративно-строительных работ для следующего года.

В мелиоративном строительстве необходимо различать подготовительный (осенне-зимний) и основной (весенне-летний) периоды.

В подготовительный период убирают крупный лес с объектов и сводят лесокустарниковую растительность, прокладывают основную открытую осушительную сеть. Открытую и закрытую осушительные сети в этот период строят по обычной технологии при промерзании грунта на 7—10 см (условно 15/XII—1/I), после января — с применением предварительного рыхления мерзлого слоя.

В период весенней распутицы (условно 15/III—15/IV) часть трудовых и материальных ресурсов целесообразно переключить на уборку лесокустарниковой растительности, собранной в зимнее время в валы и кучи, а также для обеспечения пропуска паводковых вод.

После прохождения паводковых вод (условно с 1/V) начинается основной период строительства, т. е. период планомерной подготовки объектов (пусковых комплексов) к сдаче в эксплуатацию.

3. СРЕДСТВА МЕХАНИЗАЦИИ И СПОСОБЫ ПРОИЗВОДСТВА ДРЕНАЖНЫХ РАБОТ

3.1. Дреноукладочные машины и технологическое оборудование

Для прокладки дренажных трубопроводов в Нечерноземной зоне РСФСР используются серийно выпускаемые производственным объединением «Таллэкс» траншейные экскаваторы-дреноукладчики типоразмера ЭТЦ-202А, которыми выполняется около 90 % всего объема дренажных работ. С 1976 г. в Ленинградской и в ряде других областей Нечерноземной зоны начато широкое опытно-производственное освоение бестраншейного дреноукладочного комплекса МД-4, МД-5, который предназначен для прокладки пластмассовых дренажных труб на глубину до 1,8 м. В настоящее время осуществляется производственное освоение экскаватора-дреноукладчика ЭТЦ-206, предназначенного для прокладки дренажа в мерзлых грунтах при глубине промерзания

до 100 см. Освоен серийный выпуск траншейных цепных экскаваторов типа ЭТЦ-208 для отрывки дренажных выемок в мерзлых и особо прочных грунтах.

В некоторых районах нашей страны мелиоративно-строительные организации ведут укладку дренажа в зимний период узкотраншейным способом, переоборудуя для этих целей дреноукладчик ЭТЦ-202А. Это направление характерно для Главдальводстроя, где применяют сменное оборудование к цепному траншеекопателю ДГП-3УМ, у которого ширина открытия траншеи составляет 0,3 м.

Для дренажных работ в зимний период целесообразно применение специализированных экскаваторов-дреноукладчиков для укладки траншейным способом дренажных керамических и пластмассовых труб по однопроходной технологии. По этой технологии начато использование модернизированных дреноукладчиков с узкотраншейным цепным рабочим органом. По двухпроходной технологии применяются щелерезные и скребково-роторные машины в комплексе с дреноукладчиком ЭТЦ-202А.

Мелиоративный экскаватор-дреноукладчик ЭТЦ-202А (рис. 15) предназначен для рытья траншеи в талых грунтах до III категории включительно, содержащих отдельные твердые включения размером до 350 мм, с выдерживанием заданного уклона дна траншеи по копирному тросу и с полумеханизированной укладкой керамических и пластмассовых (в бухте) дренажных труб с одновременной обкладкой их ленточным фильтрующим материалом. Может выполнять работы на подъемах и спусках с уклоном до 10°, на косогорах с наклоном до 5° и преодолевает в транспортном положении подъемы до 15°, косогоры до 7°. При наличии местных неровностей высотой свыше 15 см, продольного уклона свыше 5°, поперечного уклона свыше 3°, а также твердых включений точность выдерживания заданного уклона дна траншеи не обеспечивается.

Результаты анализа производственного цикла по основным технологическим показателям при использовании дреноукладчика ЭТЦ-202А показывают, что ряд операций недостаточно механизирован, а по точности и уровню качества не всегда отвечает предъявляемым требованиям (табл. 19).

При прокладке дрен ЭТЦ-202А применяется копир-

Техническая характеристика экскаватора ЭТЦ-202А

Размер отрывной траншеи, м:	
глубина — гарантированная	2,0
наибольшая	2,3
ширина	0,5
Обеспечиваемый уклон дна траншеи	0,2—0,002
Регулирование системы выдерживания уклона	Автоматическое и ручное
Скорость проходки траншеи наибольшего сечения, м/ч	Не менее 80
Транспортная скорость экскаватора, км/ч	1,0—4,45
Габариты в транспортном положении, мм:	
длина	11500
ширина	2700
Ширина по гусеницам, мм	2480
Масса экскаватора (без заправки), т	10,6
Среднее давление на грунт, МПа	0,33
Число ковшей	12
Вместимость ковшей, л	23

ная система регулирования точности продольных уклонов. Для этой цели используется копирный трос. Его навешивают на специальные упоры (штанги). Упоры устанавливаются вдоль пикетов, размещенных через 10—15 м друг от друга.

Для сокращения количества упоров при натяжении копирного троса применяется задатчик положения рабочего органа машин — люнет, разработанный ВНИИводполимером. Люнет регулирует высотное положение рабочего органа, служит для предотвращения ошибок из-за провисания троса при увеличении расстояния между его упорами. Принцип действия люнета заключается в воздействии на копирный трос силой, равной по величине и обратной по направлению суммам сил, вызывающим его провисание. Этим достигается устранение провисания в данной точке.

Техническая характеристика люнета

Вылет подъема рычага, мм	2800
Масса противовеса, кг	14
Допускаемый интервал перемещений рабочего органа (конца подъемного рычага), м:	
по высоте	2
в плане	1,4
Точность отрывки траншей экскаватором ЭТЦ-202А при работе люнетом (при отсутствии помех), см: при длине пролета —	
до 40— 60 м	±2
60—100 м	±3
Масса люнета в сборе не более, кг	35

19. Характеристика производственных операций, выполняемых ЭТЦ-202А

Перечень операций	Способ выполнения операции	Возможные отклонения по точности
Подача труб на спускной лоток	Операция выполняется вручную. Эргономические требования к рабочей зоне оператора полностью не выдерживаются	—
Передвижение труб по направляющим спускного лотка	Исправление дефектов выполняется вручную	Имеют место потеря устойчивости и распадение столба труб под действием вибрации или толчков от заклинивания трубоукладчика
Формирование труб на дне траншеи	Регулирование положения концевой части лотка по высоте выполняется вручную, операция трудоемкая	Нарушается точность центровки и сдвиг труб в плоскости торцов на точке схода лотка, часты смещения труб обрушивающимся или оплывающим грунтом
Обертка (обкладка) дрен ЗФМ: рулонными стеклохолстами типа ВВ-Г, ВВ-М и др.	Правки и исправления дефектов осуществляются вручную	Наблюдаются уводы подстилающей ленты от продольной оси трубопровода, обрывы ленты ЗФМ
Первичная присыпка труб слоем гумусного почвогрунта	Выполняется вручную, пригрузка дренажных линий осуществляется крупными глыбами грунта	Дренажная линия иногда покрывается слоем грунта неравномерно по высоте; образуются крупные поры в присыпке

При использовании люнета расстояние можно увеличивать до 30—40 м (рис. 16). Высоту упоров на каждом пикете рассчитывают по формуле $h_у = H_о — h_{тр}$, где $H_о$ — расстояние от дна траншеи до конца штатива (постоянная экскаватора); $h_{тр}$ — проектная глубина траншеи на данном пикете.

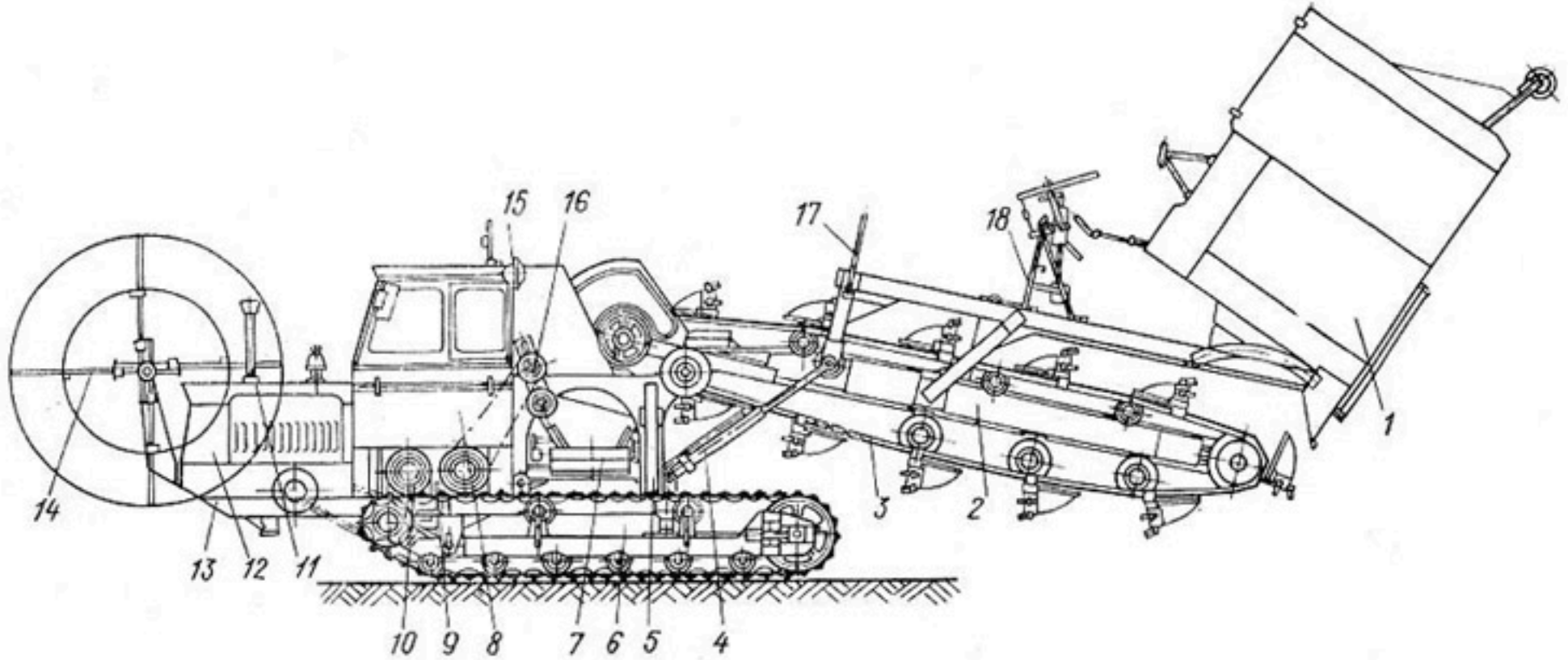


Рис. 15. Экскаватор-дреноукладчик ЭТЦ-202А:

1 — трубоукладчик; *2* — рама рабочего органа; *3* — ковшовая цепь; *4* — гидросистема; *5* — пилон; *6* — рама гусеничного хода; *7* — конвейер; *8* — кабина; *9* — гусеничная цепь; *10* — бортовой фрикцион; *11* — капот; *12* — двигатель; *13* — рама экскаватора; *14* — барабан для пластмассовых труб; *15* — электрооборудование; *16* — привод рабочего органа; *17* — направляющее кольцо для пластмассовых трубок; *18* — датчик

После закрепления упоров приступают к отрывке траншеи экскаватором-дреноукладчиком вдоль оси дренажной трассы.

Когда рабочий орган экскаватора опустится на заданную глубину и будет отрыта траншея на определенную длину, укладывают трубку, соединяющую дрену с коллектором. При этом возле коллектора закрепляют свободный конец подстилающего материала. После присоединения первой трубки к коллектору к ней подводят по лотку другие трубки, спуская их по направляющему лотку трубоукладчика. Затем закрепляют в начале дрены свободный конец верхней покрывающей ленты. Чтобы покрывающая лента ЗФМ не приподнималась, ее присыпают слоем грунта.

Для того чтобы исключить сбой труб в точке схода лотка экскаватора ЭТЦ-202А, необходимо правильно отрегулировать спускной лоток трубоукладчика (рис. 17). При смещении трубок вниз относительно друг друга необходимо приподнять лоток трубоукладчика и повернуть его нижнюю часть в направлении основания траншеи. Если трубки смещаются вверх, то, наоборот, лоток следует опустить и развернуть его нижнюю часть вниз в направлении от основания траншеи.

При использовании стеклохолста низкого качества снимают сиденье для трубоукладчика и переставляют спускной лоток в нижнее положение. Степень прижатия подстилающей ленты регулируют болтами в нижней части лотка, а покрывающей ленты — тросом. Если дренажные работы ведутся в неустойчивых или обрушающихся грунтах, то сиденье снимают, а резиновый прижимной ролик переставляют внутрь трубоукладчика. Днище очистителя должно находиться на одном уровне с лыжей, а не с лотком. В противном случае днище очистителя перемещают специальными болтами, расположенными в регулировочных отверстиях верхнего кронштейна трубоукладчика. При работе на легких грунтах заднюю часть днища трубоукладчика приподнимают, а в других случаях ее опускают.

Нормальное усилие щупа следящей системы на копирном тросе принимается равным 1,5—3,0 Н. Если оно не соответствует указанным значениям, его регулируют противовесом, согласно инструкции по эксплуатации ЭТЦ-202А.

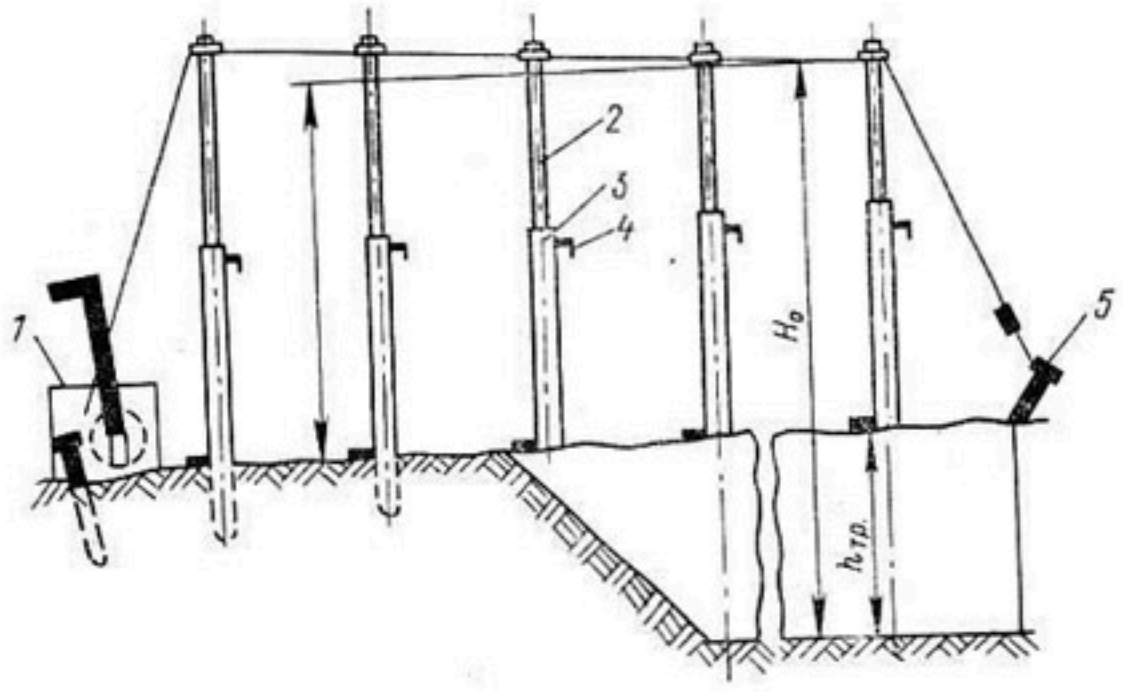


Рис. 16. Схема установки копирного троса на фиксирующие упоры (штанги):

1 — натяжная лебедка; *2* — выдвижной штырь; *3* — направляющие трубки; *4* — захват; *5* — опорный якорь

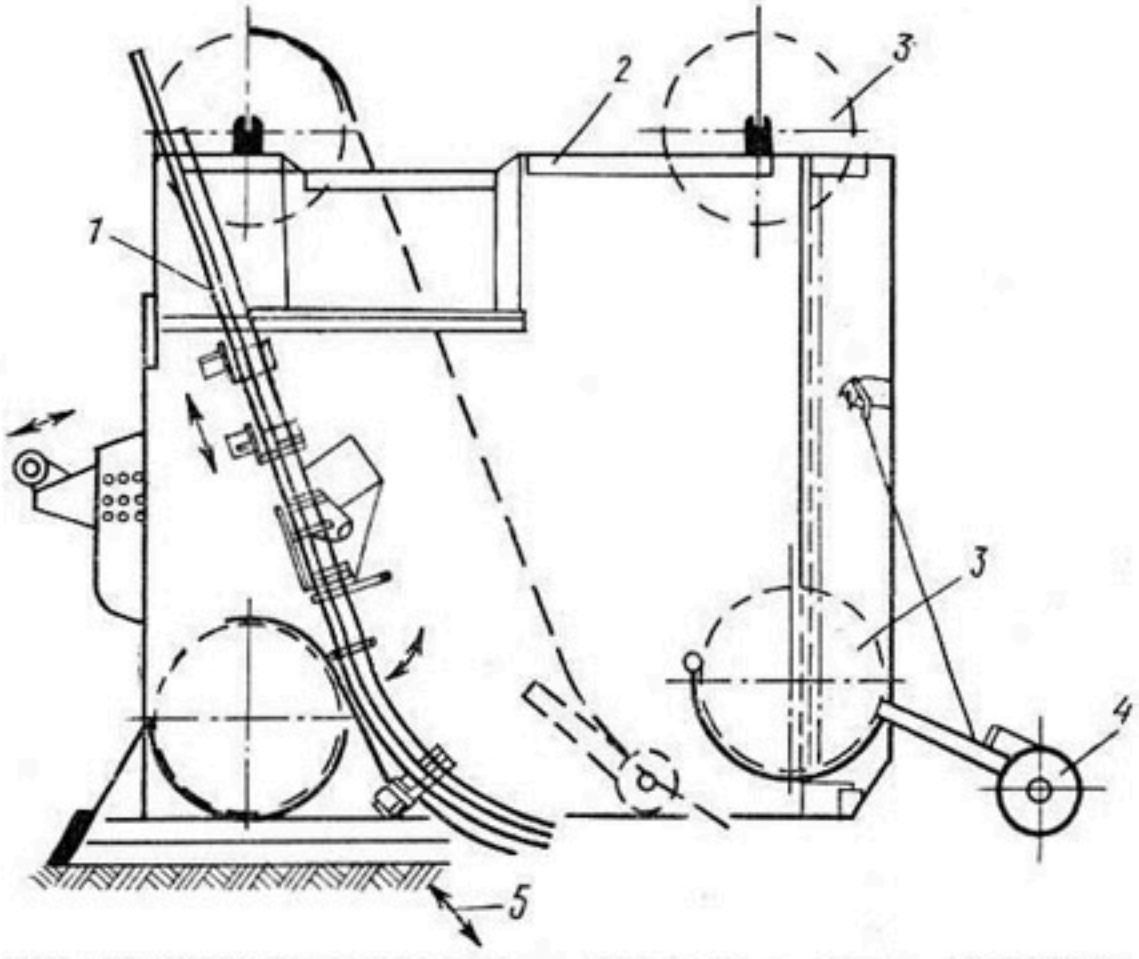


Рис. 17. Трубоукладчик экскаватора-дреноукладчика ЭТЦ-202А:

1 — спускной прутковый лоток; *2* — бункер трубоукладчика; *3* — места установки бобин с рулонным защитно-фильтрующим материалом; *4* — прижимной ролик; *5* — направление регулировки узлов трубоукладчика

В передней части рамы экскаватора установлен барабан для размещения пластмассовых дренажных труб, подлежащих укладке в открытую траншею по мере продвижения экскаватора.

Для спуска на дно траншеи керамических или пластмассовых дренажных труб в конструкции экскаватора предусмотрен трубоукладчик, выполненный в виде сварной кассеты, внутри которой закреплен наклонный прутковый лоток. Предусмотрена возможность обкладки дренажных труб одной или двумя лентами фильтрующего материала. Одну ленту (подстилочную) укладывают на дно траншеи под дренажные трубы, другую (покрывающую) — сверху.

Ручное и автоматическое регулирование глубины копания производится боковыми гидроцилиндрами рабочего органа при плавающем положении гидроцилиндра трубоукладчика с принудительным заглублением рабочего органа или при плавающем положении гидроцилиндров рабочего органа — гидроцилиндра трубоукладчика — без принудительного заглубления. Возможно одновременное регулирование гидроцилиндрами рабочего органа и трубоукладчика с принудительным заглублением рабочего органа.

В последнее время освоен лазерный указатель проектного уклона, предназначенный для автоматической выдачи команд управления положением рабочего органа землеройной машины по высоте. Лазерный указатель состоит из излучателя, фотоприемного устройства в виде фоточувствительной головки (ФЧГ) и блока выработки команд управления (БВК) на электрогидравлическую систему машины. Фотоприемное устройство устанавливается на экскаватор ЭТЦ-202А с помощью специальных приспособлений и узлов. Дальность задания уклона лазерным излучателем — 500 м, угол развертки луча в плане — 45° при диапазоне регулировки угла наклона луча 0,0005.

Перед началом работы дреноукладчика лазерный указатель устанавливается в 30 м от начала траншеи на расстоянии 40 см слева от ее оси. Луч ориентируют параллельно проектному уклону дрены. На трубу коллектора в точке соединения его с дреной устанавливают фоторейку с отметками коэффициентов экскаватора. Рукояткой высотной регулировки ось визирной трубы излучателя совмещают с ближайшей отметкой коэффи-

циента экскаватора и устанавливают ФЧГ в расчетное положение. При включении излучателя и БВК рабочий орган экскаватора автоматически заглубляется на расчетную глубину. Дальнейшая отрывка траншеи на заданную глубину регулируется автоматически с помощью электрогидравлической системы экскаватора, управляемой лазерным указателем. Контроль уклона уложенных коллекторов и дрен может производиться как обычным методом с помощью нивелира, так и при помощи фоторейки и лазерного луча.

Технология строительства дренажа дреноукладчиком ЭТЦ-202А с лазерным указателем проверена и отработана в производственных условиях на мелиоративных объектах ПО Рязаньмелиорация. Испытания показали надежную работоспособность системы управления в различных эксплуатационных условиях (в том числе в зимнее время) и высокую точность укладки дрен с местными отклонениями в пределах 1—3 см. При этом отмечается снижение трудоемкости работ по разбивке дренажной сети, установке копирной линии, в особенности зимой, а также повышение точности и качества строительства дренажа.

Для регулирования продольных уклонов дрен и оперативного контроля качества прокладки дренажных трубопроводов при бестраншейном строительстве дренажа может быть использован прибор типа ПУЛ-Н, в котором нашел дальнейшее развитие принцип использования оптического луча для управления различными машинами и контроля прямолинейности. Прибор отличается от предшествующих образцов тем, что его прожектор представляет собой насадку на серийный теодолит или нивелир и не требует каких-либо механизмов для ориентации и точной наводки.

Комплект ПУЛ-Н состоит из следующих основных частей: прожектора, который насаживается на визирную трубку теодолита или нивелира; измерительной насадки на прожектор, применяемой в тех случаях, когда требуется измерять отклонения приемной части от оси луча; приемной части, устанавливаемой на рабочем органе управляемой машины; пульта управления прожектором — преобразователя; источника питания прожектора — аккумулятора или батареи из 4 элементов 373.

Прибор ПУЛ-Н может быть настроен (отфокусирован объектив прожектора) на два диапазона работы: до 50 м — с погрешностью до 0,01 мм и до 250 м — с погрешностью до 2 мм. Он имеет массу 0,3 кг и потребляет 1,5 Вт. При испытаниях на местности дал следующие результаты:

Дальность, м	50	100	150	200	250
Чувствительность	0,3	1,3	2,2	3,3	4,25

Механизированная обертка дренажных труб рулонными ЗФМ может осуществляться сменным устройством (разработано ВНИИводполимером) к экскаватору-дреноукладчику ЭТЦ-202А. Трубы обертываются одной лентой ЗФМ по всему периметру с образованием продольного шва. Устройство устанавливается на выходе спускного лотка из трубоукладчика (рис. 18).

Устройство состоит из основания, на котором шарнирно закреплены два формователя, соединенные между собой пружиной. Основание шарнирно прикреплено к днищу ящика-трубоукладчика с помощью двух зажимов, что обеспечивает точную укладку труб и быструю установку или демонтаж устройства. В транспортном положении устройство крепится цепью.

Рулон ЗФМ устанавливается в посадочное место в нижней части ящика-трубоукладчика либо в верхней части трубоукладчика.

Производственная проверка устройства на объектах мелиорации Ленинградской области показала его надежную работу при укладке керамических труб с рулонными ЗФМ типа ВВ-АМ.

Траншейный цепной экскаватор ЭТЦ-208А (рис. 19) предназначен для разработки прямоугольного сечения в однородных мерзлых и особопрочных талых грунтах для выполнения мелиоративных и общестроительных земляных работ.

Техническая характеристика экскаватора ЭТЦ-208А

Размеры траншеи, м:	
глубина	2
ширина	0,6
Производительность, м³/ч	Не менее 55
Базовая машина	Трактор Т-130.1.Г-2
Мощность двигателя, кВт	118
Скорость передвижения:	

рабочая, м/ч	0—250
транспортная, км/ч	3,63—12,25
Скорость движения цепи, м/с:	
рабочего органа	1,44; 1,69
транспортера	1,76
Габариты в транспортном положении, мм:	
длина	7920
ширина	2600
высота	3720
Масса (конструктивная), т	23,7

Экскаватор-дреноукладчик типа ЭТЦ-206 (рис. 20) предназначен для прокладки траншей и одновременной укладки дренажных керамических и пластмассовых труб на глубину до 2 м на осушаемых землях в зимнее время в грунтах сезонного промерзания. Может применяться в летнее время при разработке особопрочных грунтов.

Техническая характеристика экскаватора ЭТЦ-206

Производительность при прокладке траншеи глубиной 1,4 м в грунтах, промерзших на глубину 0,6 м, и укладке дренажных труб, м/ч	120
Размеры траншеи, м:	
глубина	2
ширина	0,4
Мощность двигателя, кВт	118
Рабочая скорость, м/ч	200
Габариты, мм:	
длина	8900
ширина	4250
высота	5620
Масса, кг	24200
Численность обслуживающего персонала, чел.	3

Узкотраншейный экскаватор-дреноукладчик типоразмера ЭТЦ-163 (рис. 21) предназначен для строительства дренажа из гончарных и пластмассовых труб с внутренним диаметром до 75 мм на глубину от 0,7 до 1,7 м в грунтах до II категории включительно с содержанием камней размером до 10 см в поперечнике при ширине траншей 0,25 м.

Машина состоит из шасси, включающего раму, ходовую часть, двигатель, коробку скоростей, используемых от экскаватора-дреноукладчика ЭТЦ-202, дополнительную раму, органы управления и кабину; рабочего

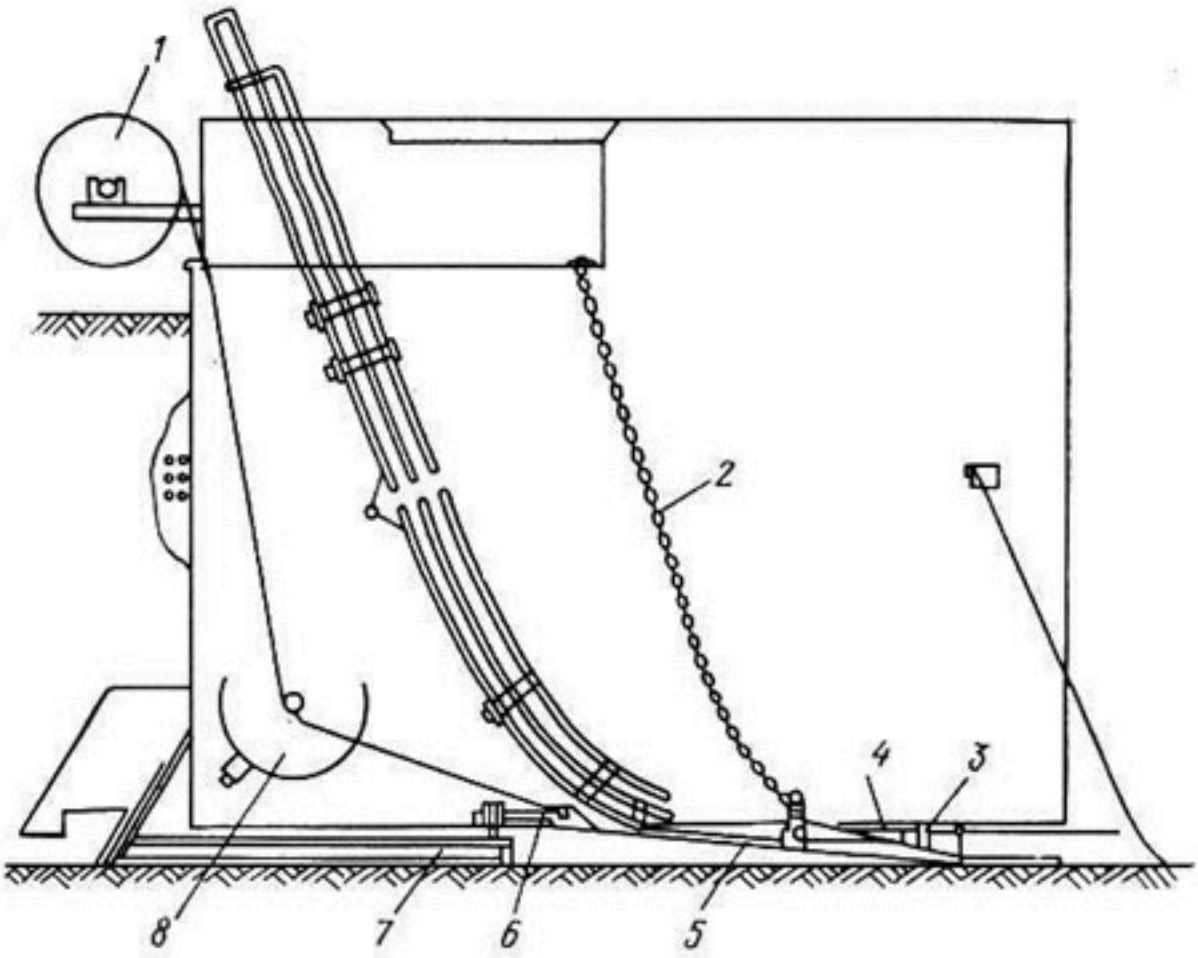


Рис. 18. Устройство к трубоукладчику ЭТЦ-202А для обертывания дренажных труб рулонным ЗФМ (ВНИИводполимер):

1 — кассета для рулонного ЗФМ; *2* — крепежная цепь; *3* — пружина; *4* — формователь; *5* — основание формователя; *6* — зажим; *7* — основание трубоукладчика; *8* — посадочное место для ЗФМ

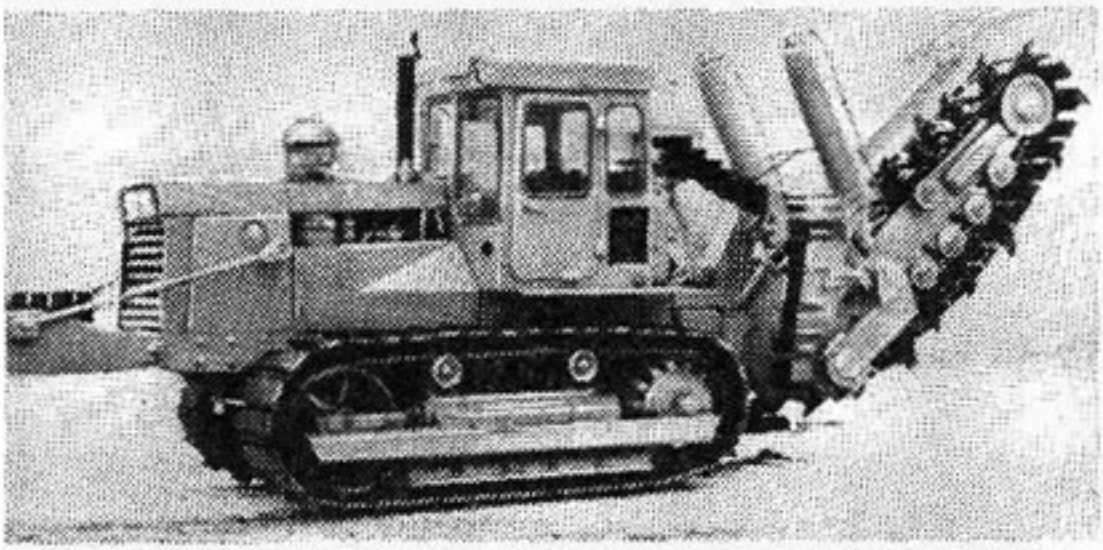


Рис. 19. Траншейный цепной экскаватор ЭТЦ-208А

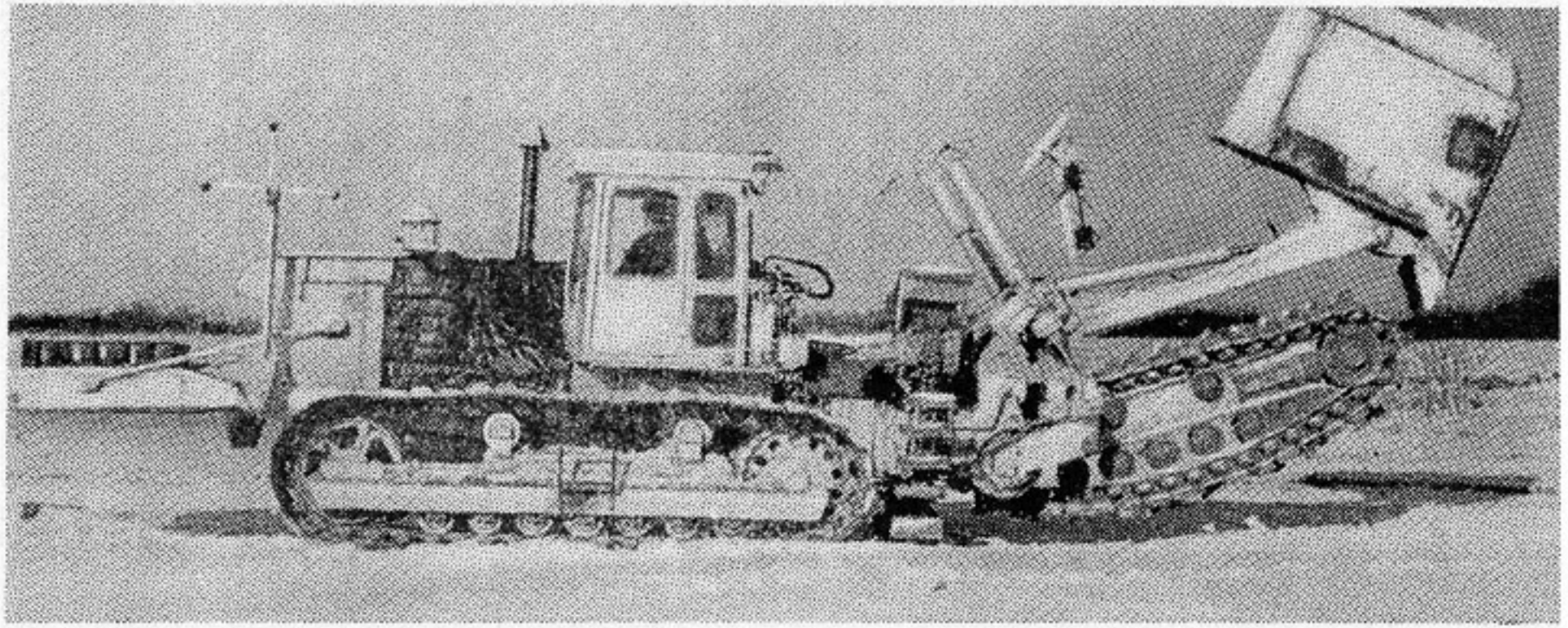


Рис. 20. Экскаватор-дреноукладчик ЭТЦ-206

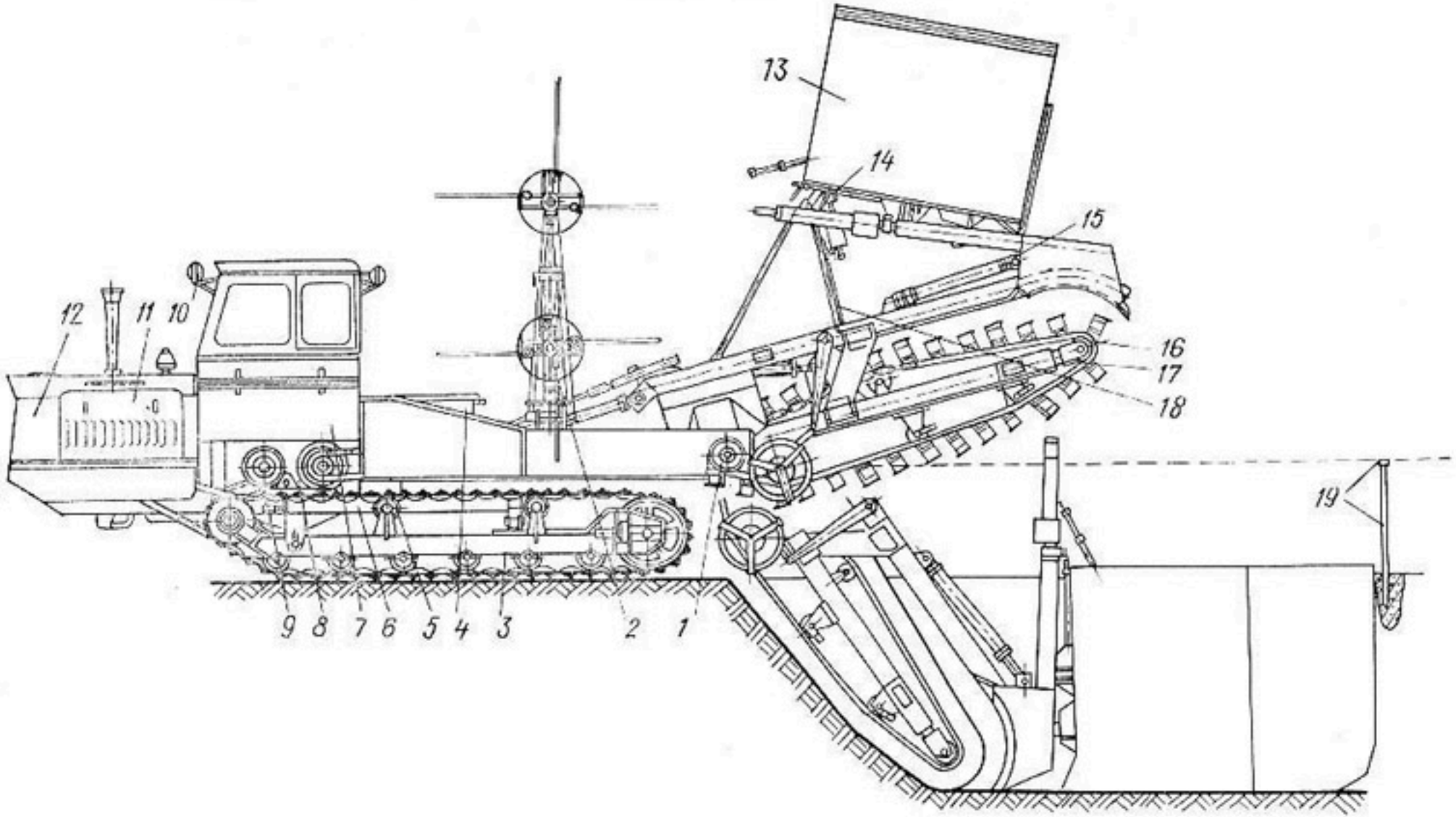


Рис. 21. Экскаватор-дреноукладчик ЭТЦ-163:

1 — привод рабочего органа; *2* — барабан для пластмассовых труб; *3* — рама гусеничного хода; *4* — дополнительная рама; *5* — гусеничная цепь; *6* — рама экскаватора; *7* — кабина; *8* — коробка передач; *9* — бортовой фрикцион; *10* — электрооборудование; *11* — капот; *12* — двигатель; *13* — трубоукладчик; *14* — датчик; *15* — гидросистема; *16* — скребковая цепь; *17* — рабочий орган; *18* — установка датчика; *19* — конирный трос

органа с трубоукладчиком и шнековым транспортером; электрогидросистемы и барабана для пластмассовых труб.

В связи с трудными технологическими условиями на объектах мелиорации Северо-Запада ЭТЦ-163 не получил широкого внедрения.

В процессе опытно-экспериментальных работ в НПО ВНИИземмаша было изготовлено узкотраншейное сменное рабочее оборудование на базе ЭТЦ-202. Дреноукладчик предназначен для строительства гончарного и пластмассового дренажа на глубину до 1,7 м, шириной 0,25 м в торфяных и минеральных грунтах I—II категории с каменистыми включениями размером до 10 см.

Дреноукладчик полностью, за исключением рабочего оборудования, бухтодержателя для пластмассовых труб и некоторых дополнений в гидросистеме, унифицирован с экскаватором-дреноукладчиком ЭТЦ-202.

Рабочий орган экскаватора состоит из рамы, телескопического лотка, турасного вала, верхней рамы, на которой устанавливается кронштейн датчика системы выдерживания заданного уклона, рабочей скребковой цепи, натяжного механизма и направляющих роликов.

Трубоукладчик оборудован спускным лотком для дренажных труб, оберточным механизмом и металлическим контейнером для запаса гончарных труб. Конструкция оберточного механизма с гидроприводом показала надежную работу и обеспечила качественную изоляцию пластмассовых и гончарных дренажных труб. Качество обертки дренажных трубопроводов, даже в неустойчивых грунтах, сохранялось при скорости укладки дрен до 400 м погонной длины в час.

При работе машины с рабочей цепью, оборудованной Т-образными скребками, скорость укладки в тяжелых сухих и переувлажненных суглинистых грунтах III категории не превышает 100 м/ч. Увеличение скорости рабочей цепи до 2 м/с позволяет в этих же условиях повысить производительность экскаватора-дреноукладчика на 30%.

При наличии большого количества каменистых включений диаметром свыше 10 см производительность машины резко снижается и ухудшается качество укладки дренажа. В данных условиях необходима предварительная подготовка трасс рыхлителями пассивного действия на глубину не менее 50 см.

Дреноукладчик бестраншейный МД-4 (рис. 22) предназначен для прорезания щелей глубиной до 1,8 м в талых грунтах до III категории включительно с наличием отдельных каменистых включений крупностью до 30 см и для укладки пластмассовых дренажных труб диаметром до 90 мм. Заданный угол дна прорезаемой щели выдерживается по копирному тросу вручную или автоматически, либо по визирной оси теодолита с помощью дистанционного управления. Дреноукладчик МД-4 может работать совместно с тягачом МД-5.

Дреноукладчик обеспечивает качественную укладку дрен при движении по грубоспланированной трассе с неровностями под гусеницами высотой не более 20 см и длиной не менее длины продольной базы машины и поперечным уклоном не более ±3°.

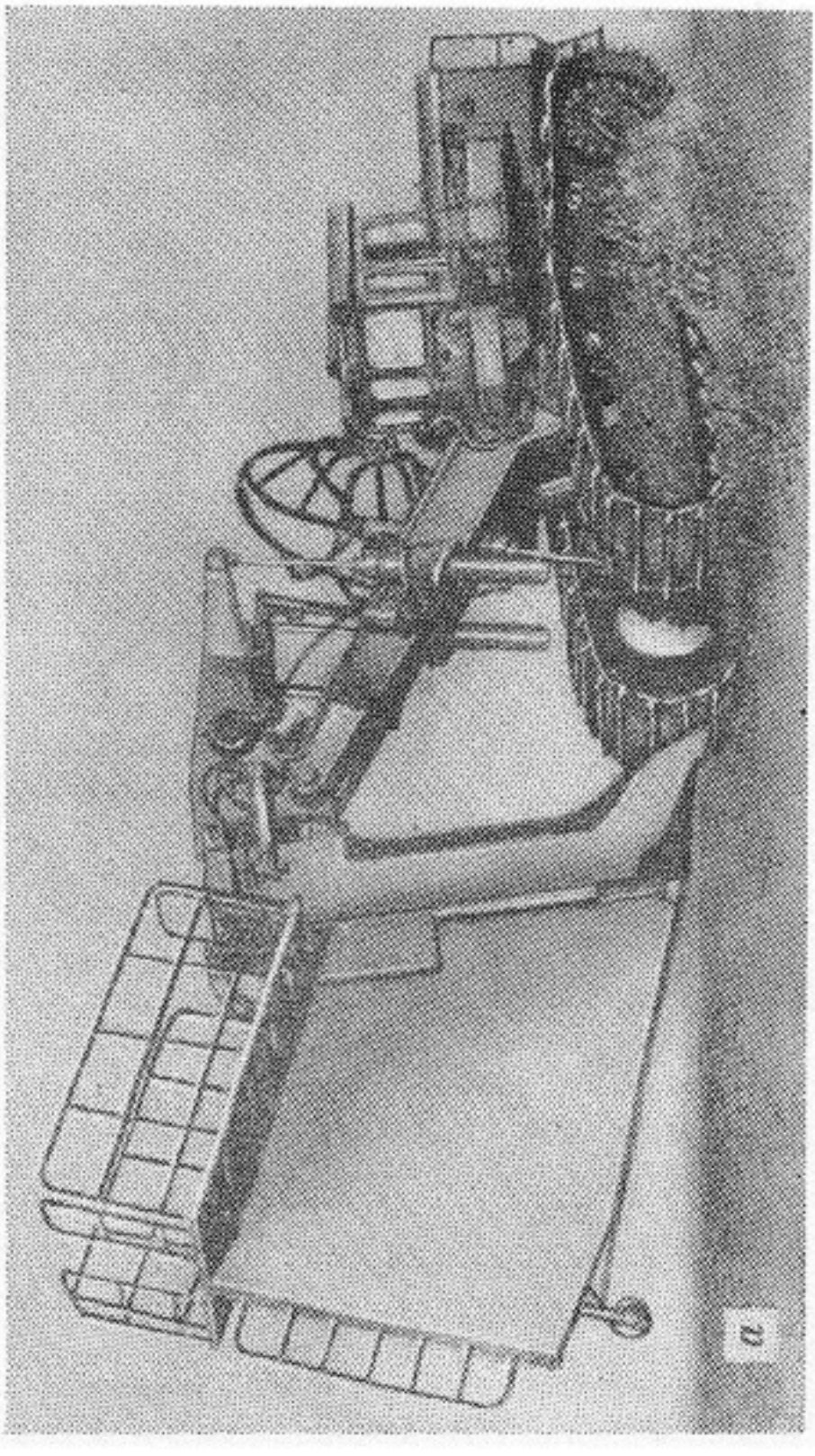
Диапазон рабочих температур окружающего воздуха для дреноукладчика МД-4 от —10 до +30 °С.

При неровностях высотой свыше 20 см, поперечных уклонах свыше 3°, а также при наличии в грунтах камней диаметром свыше 30 см и погребенной древесины или при промерзании грунта на глубину свыше 10 см для обеспечения точности выдерживания заданного уклона дренажной линии проводится соответствующая подготовка трасс.

При работе дреноукладчика нож навесного оборудования прорезает в грунте щель, по дну которой движется трубоукладчик.

Задача управления сводится к ведению носка ножа с заданной точностью по траектории, параллельной копиру, установленному по заданному уклону, которым может служить либо копирный трос, либо визирные оси теодолита или лазера. Эта задача решается с помощью двух независимых систем — системы высотного положения рабочего органа, которая ведет точку подвески датчика высотного положения по копиру, и системы угловой стабилизации, которая поддерживает постоянный угол резания рабочего органа относительно горизонта.

Высотное положение точки подвески щупового датчика относительно копирного троса поддерживается гидроцилиндром подъема или трубоукладчика, а угловое положение рабочего органа по сигналам датчика угла — гидроцилиндром поворота. Ручное управление гидроцилиндрами осуществляется машинистом с по-



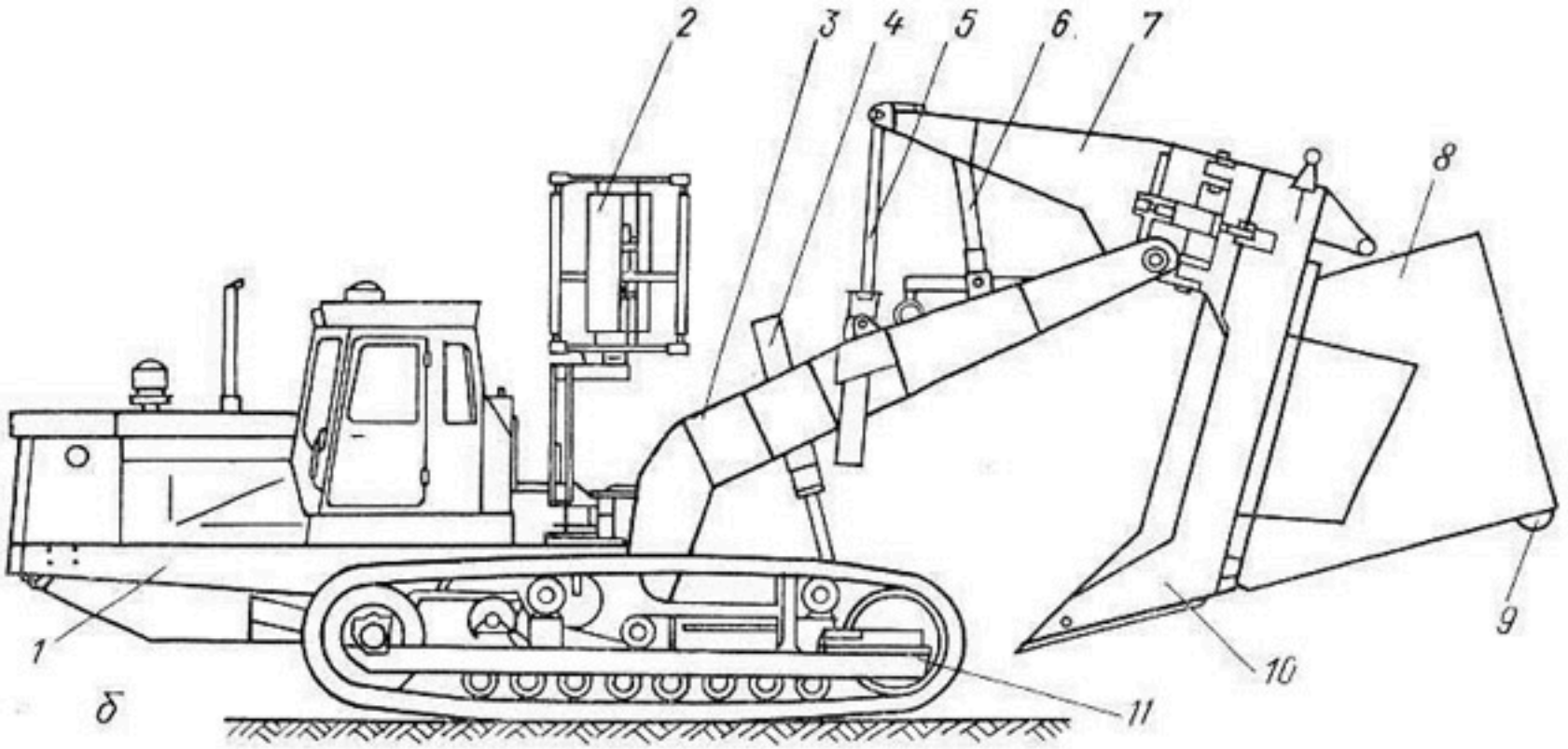


Рис. 22. Общий вид *(а)* и схема *(б)* бестраншейного дреноукладчика МД-4:

1 — базовый трактор; *2* — бухтодержатель; *3* — рычаг; *4, 5* — гидроцилиндры; *6* — система управления; *7* — коромысло; *8* — трубоукладчик; *9* — прижимной ролик; *10* — нож; *11* — гусеничная тележка

мощью сигнальных ламп, установленных на пульте управления в кабине. Автоматическое управление гидроцилиндрами осуществляется с помощью электрогидрозолотников по сигналам датчиков.

При работе по визирной оси теодолита угловое положение ножа поддерживается так же, как и при работе по копирному тросу, а высотное положение носка ножа относительно визирной оси теодолита поддерживается оператором путем подачи сигналов на электрогидрозолотники с места управления дреноукладчиком.

В том случае, когда для работы в данных грунтовых условиях тягового усилия дреноукладчика МД-4 недостаточно, он работает в сцепе с тягачом МД-5.

Техническая характеристика дреноукладчика МД-4

Базовая машина	Трактор Т-130.1.Г-1
Размеры прорезаемой щели, м:	
наибольшая —	
глубина	1,8
ширина	0,2
Обеспечиваемый уклон дрены	0,01—0,0015
Местные отклонения на длине 10 м, см	±2
Система управления	Следящая электрогидравлическая
Способ работы	От копирного троса, по визирной оси теодолита или по лазерному лучу
Управление выдерживания уклона	Автоматическое и ручное
Наибольший наружный диаметр пластмассовой трубы, защищенной фильтрующим материалом, м	120
Габариты дреноукладчика в транспортном положении, мм:	
длина	12420
ширина	5700
ширина по гусеницам	3220
высота	4920
Продольная база, мм	4602
Ширина гусениц, мм	920
Угол въезда, град:	
передний	25
задний	16
Масса дреноукладчика, т	29,5

Положительные результаты получены при прокладке пластмассовых дрен на объектах мелиорации Ленинградской области, когда бестраншейный дреноукладчик МД-4 был оборудован автоматизированной системой радиоуправления высотным положением рабочего органа. Радиоаппаратура позволяет регулировать продольные уклоны дрен на расстоянии до 500 м. Применение такой системы с бестраншейным дреноукладчиком показало, что по сравнению с системой выдерживания уклона по копирному тросу трудовые затраты на подготовительные работы снижаются в среднем на 15—20% и повышается сменная выработка дреноукладочного комплекса машины. Применение радиоаппаратуры позволяет вести укладку дрен с отклонениями отметок не более ±7 мм.

Щелерезная машина ТМТ-101 применяется при нарезке щелевого дренажа на торфяных массивах. Машина ТМТ-101 агрегатируется на тракторе ДТ-75Б.

Техническая характеристика ТМТ-101

Базовый трактор	ДТ-75Б
Скорость передвижения, км/ч:	
рабочая	0,32—0,92
транспортная	5,15—10,85
Диаметр фрезы, мм	2500
Размеры выполняемых щелевых дрен:	
глубина, м	1
ширина, см —	
по верху	5—8
по низу	15
Производительность, м/ч	300—600
Масса навесного оборудования, кг	1000
Обслуживающий персонал (тракторист)	1

Приозерской ПМК Ленинградской области (1980 г.) при устройстве щелевого дренажа на пнистом торфянике с промерзанием 0,4—0,5 м была достигнута средняя эксплуатационная производительность машины ТМТ-101, равная 540 м/ч, при этом глубина щелевых дрен составляла 0,9—1 м.

Е. П. Копьевым (1980) предложена технология строительства перекрестного щелевого дренажа с применением ТМТ-101. Густая сеть перекрестного щелевого дренажа быстро отводит избыточные воды и служит для подпочвенного увлажнения посевов.

При строительстве перекрестного щелевого дренажа сначала прокладывают продольные дрены через 6—12 м, а затем их пересекают редкими (через 100—150 м) поперечными дренами, идущими от канала. Вода в продольные дрены из поперечных поступает тогда, когда последние на 30—40 см заполнены водой, что предотвращает забивание пересекаемой щели грунтом.

Кротователь типа МД-9 предназначен для прокладки кротового дренажа в торфяных и минеральных грунтах для осушения и аэрации. Он навешивается на трактор класса тяги 100 кН. Кротователь состоит из следующих основных узлов: рамы, гидросистемы, рабочего органа (двух ножей с дренерами), глубиномера и механизма уклона.

Техническая характеристика кротователя

Производительность, км/ч:	
на торфяниках	5,08
на минеральных грунтах (две дрены)	7,8
Глубина прокладывания кротовин, м:	
в торфяниках	0,5—1,2
в минеральных грунтах	0,5—0,7
Скорость передвижения, км/ч:	
рабочая	2,36—6,45
транспортная	2,36—10,13
Рабочий орган (нож), мм:	
длина	2030
ширина	890
Масса кротователя (без трактора), кг	Не более 1500
Обслуживающий персонал, чел.	1

3.2. Оборудование для укладки труб

Для механизации процесса укладки дренажных труб используют навесные трубоукладчики.

Конструкция наиболее распространенного навесного бункера трубоукладчика мелиоративных экскаваторов типа ЭТЦ-202 включает бункер с двумя защитными стенками, внутри которого размещаются прутковые криволинейные направляющие спускного лотка для подачи труб в дрену и кассеты для размещения рулонного защитно-фильтрующего материала. По прутковому спускному лотку дренажные трубы одновременно с фильтрующим материалом вручную непрерывно подаются в отрываемую экскаватором траншею. Бесперебойная

подача дренажных труб в рассматриваемом случае возможна лишь при условии, если сопротивление передвижению труб на вертикальной части лотка значительно меньше силы тяжести пакета труб, находящихся на криволинейной его части. В противном случае непрерывность подачи труб в траншею нарушается, что приводит к образованию недопустимых зазоров между ними.

Наиболее трудноустранимым дефектом серийных экскаваторов-дреноукладчиков является расстыковка труб. К другим недостаткам дреноукладчиков такого типа с подвесными бункерами можно отнести частичное искажение заданного продольного уклона основания траншеи вследствие частичного защемления стенок бункера в траншее, отрываемой в неустойчивых грунтах. Жесткая подвеска пруткового спускного лотка к стенкам бункера приводит к отрыву концевой части лотка от ложа основания и сбою керамических труб в точке схода. Кроме того, в трубоукладчике отсутствует устройство для механизированной непрерывной присыпки дренажных трубопроводов. Эта важная технологическая операция выполняется вручную. Таким образом, работу дреноукладчиков с подобной конструкцией трубоукладочного устройства нельзя считать удовлетворительной, и необходимо создание более совершенной конструкции, в полной мере отвечающей условиям производства дренажных работ в неустойчивых грунтах.

Качество укладки труб и цельность дренажной линии определяются плотностью стыковки, т. е. силой торцевого сжатия труб в процессе их спуска по лотку. Определение усилий в стыках труб по известным в литературе аналитическим зависимостям не представляется возможным, поскольку в них не учитывается форма лотка, многогранность керамических труб (ГОСТ 8411—74), вводится приближенное значение приведенного коэффициента трения и т. д.

Проведенная авторами производственная проверка разработанных ими вариантов поперечных сечений спускных лотков с прутковыми и цельнометаллическими направляющими при углах раскрытия 90, 102 и 120° и радиусом кривизны лотка от 70 до 120 см показала, что по усилиям стыковки более рациональным является цельнометаллический V-образный поперечный профиль (рис. 23). При радиусе кривизны 100 см усилия в стыках составляют порядка 65 Н, тогда как в других ва-

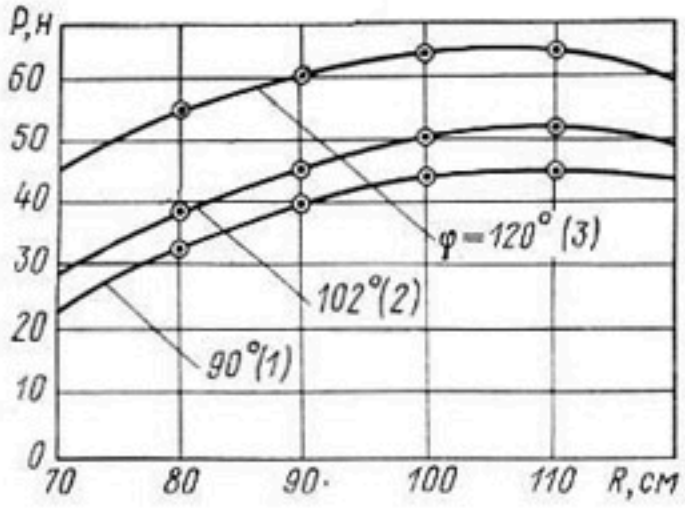
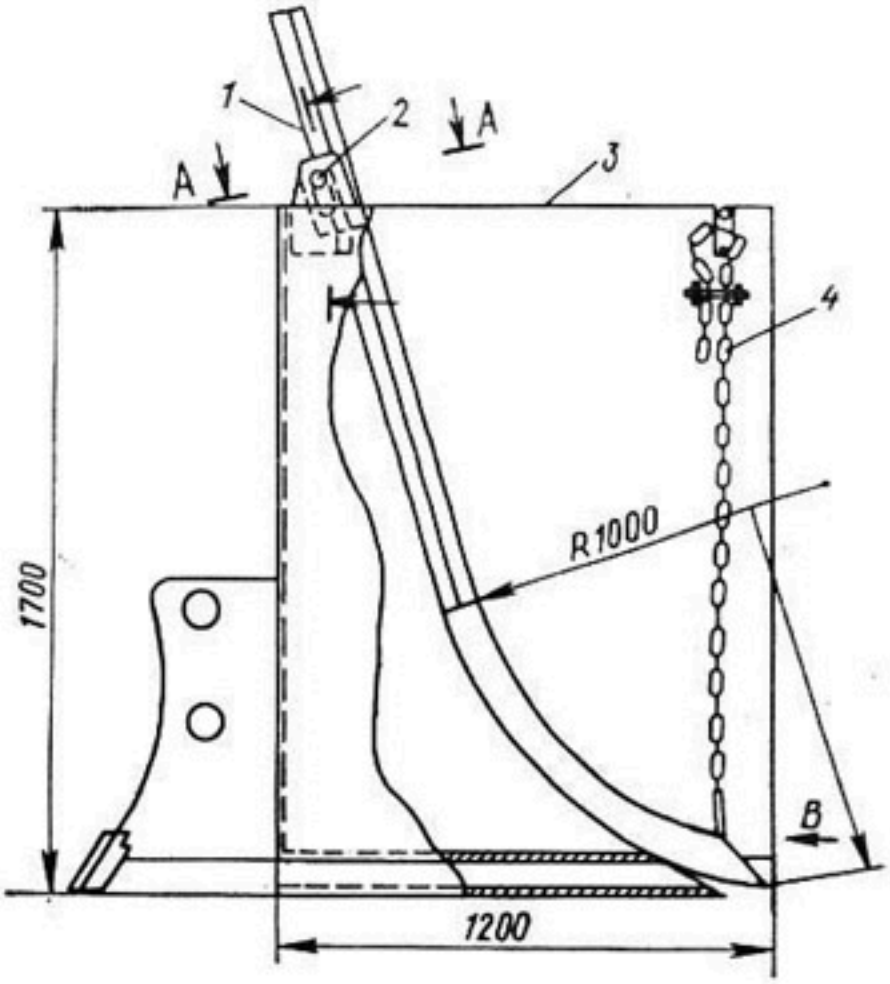


Рис. 23. Значения усилий (P) в стыках керамических труб при различных поперечных профилях спускного лотка: *1* — прутковый лоток: с углом раскрытия $\varphi = 90°$; *2* — то же, при $\varphi = 102°$; *3* — цельнометаллический лоток с V-образным профилем при $\varphi = 120°$

риантах они не превышают 50 Н. Это обеспечивает сокращение количества сбоев труб в процессе их прохождения по цельнометаллическому спускному лотку. Значения приведенного коэффициента трения в этом варианте составляет 1,15, а при прутковых спускных лотках колеблется в пределах 1,29—1,41. Относительно небольшая сила торцевого сжатия труб обусловливает возможность потери связности дренажного трубопровода и сбой отдельных труб в процессе прохода по криволинейным направляющим лоткам. Практика показала, что присыпка дренажной линии увеличивает торцевое сжатие труб на 12—17 % из-за распора труб под воздействием массы грунта.

Шарнирная подвеска спускного лотка уменьшает количество сбоев труб в «точке схода», поскольку концевая часть лотка не отрывается от основания траншеи.

Следует отметить, что при прокладке дренажных трубопроводов в грунтах, отличающихся технологической неустойчивостью, обеспечение повышенных требований к точности стыковки труб еще более усложняется. Здесь, очевидно, необходима разработка более технологичных конструкций дрен, исключающих влияние возможных обрушений и оплываний грунта на продольную и поперечную устойчивость дренажных труб в процессе их укладки на основание траншеи. Правильная центровка торцов керамических труб с обеспечением нормативных зазоров в данных условиях достигается применением пластмассовых соединительных муфт. Последние позволяют заранее сформировать дренажную плеть на поверхности трассы и в собранном виде через спускной лоток трубоукладчика подавать на дно траншеи или щели.



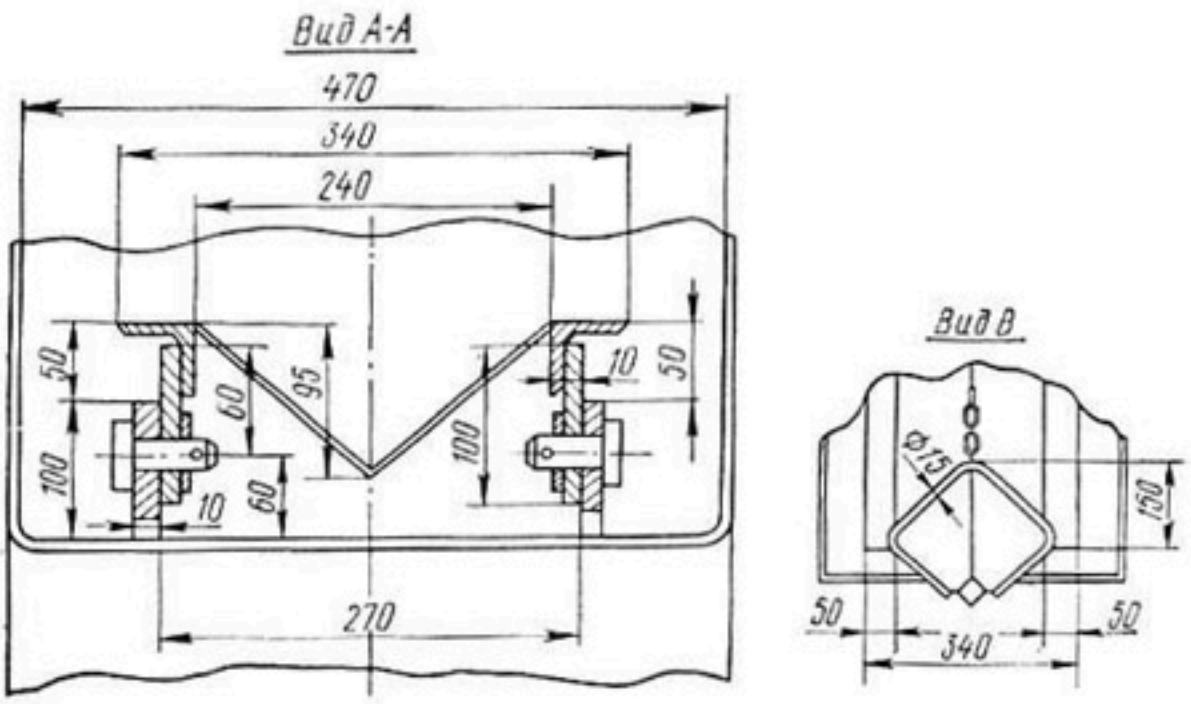


Рис. 24. Конструкция сменного цельнометаллического сварного лотка к ЭТЦ-202А для укладки керамических труб с пластмассовыми соединительными муфтами:

1 — спускной лоток; *2* — шарнир для подвески лотка; *3* — бункер трубоукладчика; *4* — цепь для подъема лотка в транспортное положение

В Ленинградской области мелиораторами успешно применяются сменные цельнометаллические лотки (рис. 24) к ЭТЦ-202А, предназначенные для укладки многогранных и круглых керамических труб (ГОСТ 8411—74) с пластмассовыми водоприемно-соединительными муфтами. Лоток устанавливается внутрь корпуса трубоукладчика ЭТЦ-202А вместо пруткового серийного спускного лотка. Крепление лотка к корпусу трубоукладчика осуществляется при помощи шарнира.

Сечение лотка V-образной формы выполнено из листового 3-миллиметрового металла с углом разворота $\varphi = 110°$. Прямолинейная часть спускного лотка усилена двумя уголками размером 50×50 мм (вид *А—А*). Криволинейная часть лотка выполнена с радиусом закругления 1000 мм, нижняя часть (вид *В*) в рабочем положении касается непосредственно ложа основания траншеи. В транспортном положении и в процессе заглубления рабочего органа ЭТЦ-202А лоток поднимается и фиксируется крепежной цепью.

Керамические трубки со вставленными муфтами помещают в верхнюю часть лотка, откуда под действием своей массы они спускаются на дно траншеи. Шарнирная подвеска лотка обеспечивает плавное движение его концевой части по основанию траншеи, и таким образом исключается сбой труб в точке схода.

3.3. Способы и оборудование для глубокого рыхления почвогрунтов

Одним из наиболее эффективных приемов повышения осушительного действия дренажа является глубокое рыхление, которое улучшает водно-физические свойства почв, их водно-воздушный режим и способствует увеличению урожаев сельскохозяйственных культур на 15—25 %.

Глубокое рыхление тяжелых почв на фоне закрытого дренажа получило широкое применение в Нечерноземной зоне РСФСР и других районах нашей страны. В результате рыхления на глубину 0,6—0,8 м нарушается естественное сложение плотного иллювиального горизонта, грунт приобретает заданный структурный состав. При этом объемная масса разрыхляемых слоев уменьшается на 20—30 %, твердость снижается на 0,24—0,5 МПа, пористость увеличивается на 3—10 %, коэф-

фициент фильтрации возрастает в 10—100 раз, а запасы продуктивной влаги в слое 20—40 см значительно увеличиваются.

Глубокое рыхление рекомендуется проводить на осушенных закрытых дренажем почвах глинистого, тяжело- и среднесуглинистого состава при содержании физической глины (частиц менее 0,01 мм) от 30 % и выше, при этом эффективно одновременное внесение извести. Последняя нейтрализует кислую реакцию почвы, способствует более глубокому проникновению в нее корневых систем растений, положительно влияет на биологическую активность почвы. Норма внесения извести рассчитывается с учетом полной нейтрализации гидролитической кислотности как пахотного, так и подпахотного слоев.

В настоящее время существуют различные по конструкции серийные и экспериментальные орудия пассивного и активного действия для глубокого рыхления тяжелых почв. В практике нашли широкое применение трехстоечные рыхлители пассивного действия РУ.65.2,5 и одностоечные рыхлители-кротователи РК-1,2 пассивного действия. Они монтируются на трехточечную навеску гусеничных тракторов класса тяги 60—100 кН (Т-100МГС, Т-130.1.Г-3) или колесных тракторов (К-701).

Рыхлитель РУ.65.2,5 предназначен для сплошного глубокого рыхления тяжелых минеральных грунтов, а рыхлитель РК-1,2 — для глубокого рыхления связанных минеральных почвогрунтов, устройства кротового дренажа в торфяных и минеральных почвогрунтах с одновременным рыхлением слоев, расположенных над дреной, и для рыхления мерзлого минерального грунта на трассах дрен.

Рыхлитель траншейный РТ-0,7 предназначен для рыхления тяжелых и каменистых грунтов по трассам дренажных линий, а также для предзимнего рыхления грунтов при строительстве дренажа в зимних условиях (рис. 25).

Рыхлитель состоит из поперечной балки с проушиной для крепления к верхней винтовой тяге навески, двух боковых ножей, стоек с цапфами для крепления к нижним тягам навески и закрепленного между ними наклонного ножа с горизонтальной режущей кромкой. Впереди этого ножа наклонно установлен рыхлящий ле-

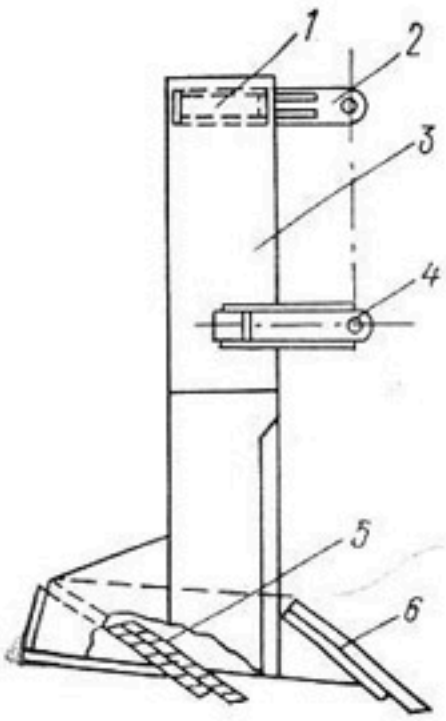


Рис. 25. Траншейный рыхлитель типоразмера РТ-0,7 (БелНИИМиВХ):
1 — поперечная балка; *2* — проушина; *3* — стойка; *4* — цапфа; *5* — наклонный нож; *6* — рыхлящий лемех

мех. Режущие кромки боковых ножей расположены (в продольном направлении) между горизонтальной режущей кромкой и режущей кромкой рыхлящего лемеха.

Рыхлитель агрегатируют с серийной гидронавесной системой трактора с трехточечной симметричной накладкой и заглубляют в грунт на ходу трактора при плавающем режиме работы гидросистемы навески.

Процесс рыхления осуществляется последовательно: впереди идущим лемехом взрыхляется призма грунта трапецеидального сечения; боковыми ножами подрезаются стенки, приближая форму поперечного сечения к прямоугольнику; наклонный нож с горизонтальной режущей кромкой подрезает дно профиля и одновременно разрыхляет все подрезаемые элементы профиля.

Техническая характеристика РТ-0,7

Глубина рыхления, м	0,7
Ширина рыхления, м:	
по верху	0,7
по низу	0,5
Производительность за час чистой работы, км	1,5—3,6
Масса, кг	500
Габариты, мм:	
длина	1000
ширина	1200
высота	1800
Обслуживающий персонал	Тракторист

Технология строительства дренажа в безморозный период на тяжелых грунтах с применением рыхлителя включает рыхление грунта по трассам траншей (РТ-0,7); разработку траншей и укладку дренажа экскаватором-дреноукладчиком ЭТЦ-202А. Производительность экскаватора ЭТЦ-202 на разрыхленных грунтах повышается на 20—30 %.

Технология строительства дренажа в зимних условиях включает рыхление грунта по трассам траншей в предморозный период рыхлителем РТ-0,7; рыхление смерзшегося грунта рыхлителем РК-1,2 за два прохода; удаление глыб мерзлого грунта (лопатой на корчевателе).

В практике мелиоративного строительства начато освоение виброрыхлителя ВР-80 с активным рабочим органом, который обеспечивает рыхление почвогрунтов с повышенной влажностью, что способствует увеличению годовой выработки агрегата на 20—30 %.

Виброрыхлитель агрегатируется с тракторами класса тяги 60—100 кН, при этом обеспечивается возможность соединения агрегата с навеской трактора. Состоит из активных и пассивных рабочих органов, механизма привода лопаток, механизма установки глубины рыхления, устройства подключения к ВОМ трактора.

Техническая характеристика ВР-80

Базовый трактор	Т-130.1.Г-3; Т-100МГС
Тип рабочего органа	Вибрационный
Число рыхлителей	2
Глубина рыхления, м	До 0,8
Ширина полосы рыхления, м	2,4
Производительность, га/ч	0,4—0,6
Масса, кг	1170

Рыхление производится по челночной схеме перпендикулярно закрытым дренам. При каждом последующем проходе разрыхленная полоса перекрывается на 0,3—0,4 м.

Рыхлитель РГ-05 предназначен для глубокого рыхления почвогрунтов при освоении мелиорируемых земель с целью обеспечения благоприятного водно-воздушного и пищевого режима почв, повышения фильтрации.

Машина навешивается на гусеничный трактор класса тяги 30 кН, оборудованный навеской, состоит из рамы, переднего и заднего ножей, колеса и противовеса.

Техническая характеристика РГ-05

Глубина рыхления, м	0,5
Ширина захвата, м	2,2
Скорость, км/ч:	
рабочая	2,18
транспортная	По трактору

Производительность, га/ч	0,4
Габариты, мм:	
длина	7520
ширина	3160
высота	2570
Масса с противовесом, кг	1500
Обслуживающий персонал	Тракторист

Для проведения глубокого рыхления используются различные типы рыхлителей. Условия применения каждого из них определяются категорией грунта и степенью его закамененности (табл. 20).

20. Условия применения основных типов рыхлителей

Рыхлитель	Вид рыхления	Категория почвогрунта	Закамененность слоя, м³/га
РУ-65.2,5 2 стойки	Сплошное	III	25
РУ-65.2,5 3 стойки	»	II	25
РК-1,2	Полосовое	II—III	25—30
ВР-80	Сплошное		
2 стойки	Полосовое	II	10—15
РГ-08А	Сплошное	II—III	15—20
2 стойки			
РГ-08А	»	II—III	10—15
3 стойки			
РНТ-0,8	»	II	10
2—3 стойки			

Примерная технологическая карта проведения глубокого рыхления в сочетании с внесением жидких химмелиорантов (ВР-11-27—80) приведена в табл. 21.

Важным агромелиоративным приемом при устройстве дренажа на слабопроницаемых грунтах является глубокое рыхление почвогрунтов.

В зависимости от гидрогеологических, почвенных и рельефных условий в практике обычно применяют сплошное рыхление почвы; полосовое рыхление; сплошное рыхление с кротованием; глубокое рыхление — кротование, выполняемое в виде отдельных полос.

Глубокое рыхление целесообразно выполнять при влажности почвы в зоне рыхления 60—80 % от предельной влагоемкости почвогрунта (при скатывании почвы в шнур толщиной 0,5 см он распадается на отдельности длиной 1—2 см).

21. Технологическая карта проведения глубокого рыхления в сочетании с внесением жидких химмелиорантов

Операция	Состав агрегата		Единица измерения	Норма времени на единицу измерения	Расход топлива, кг на единицу измерения
	Трактор (автомашина)	Орудие			
Забор (погрузка) химмелиорантов в транспортное средство (склад ПМК)	ГАЗ-53А	РЖУ-3,6	т	0,05	1,2
Транспортировка химмелиорантов на объект (расстояние до 50 км)	ГАЗ-53А	РЖУ-3,6	т	0,3	4,5
Заправка емкостей устройства для внесения химмелиорантов в почву	ГАЗ-53А	РЖУ-3,6	т	0,07	1,5
Проведение рыхления и внесение химмелиорантов	К-701 (К-700А)	Комбинированный (агрегат)	га	0,3—0,5	3,5

Следует иметь в виду, что при влажности почвы ниже оптимальной глубокое рыхление может привести к разрушению структуры пахотного слоя, образованию глыб большого диаметра и ухудшению качества рыхления.

Сплошное рыхление с одновременным кротованием проводят при наличии на глубине ниже 65—70 см кротоустойчивых грунтов. При этом наряду с рыхлением верхнего 60-сантиметрового слоя почвы на глубине 70—80 см закладывают кротовины. Для этого к рыхлителям пассивного действия крепятся специальные дреноры.

Глубокое рыхление-кротование в виде отдельных полос целесообразно проводить, когда на глубине ниже зоны рыхления залегают кротоустойчивые грунты и почвы находятся в благоприятном для выполнения рыхления состоянии.

Расстояние между отдельными полосами для глинистых почв составляет 2—2,5 м, для тяжелых суглинистых — 3—4 м, для легких суглинков — 4—5 м.

Глубина рыхления и кротования проверяется щупом и линейкой с учетом вспучивания почвы над естественным уровнем поверхности, величина которого вычитается из показателя величины общей глубины рыхления.

После рыхления на поверхности почвы допускается наличие вспученных гребней высотой до 15 см и невзрыхленных призм грунта в нижней зоне.

Количество замеров и проверок при контроле должно быть не менее 5 на каждые 10 га обработанной площади. Отклонения замеряемых величин от проектных допускаются в пределах: для глубин ±10 %, для расстояний ±15 %.

Рыхление-кротование и сплошное глубокое рыхление проводится в определенном направлении по отношению к расположению дрен, которое должно соответствовать требованиям проекта. Бессистемное выполнение вышеуказанных мероприятий не допускается.

По окончании рыхления или рыхления-кротования на план наносятся контуры площадей, на которых были выполнены мероприятия, а также их фактические показатели (глубина, направление, шаг полос).

Готовый объект перед сдачей в эксплуатацию принимает соответствующая комиссия, которой должны быть предъявлены следующие документы: рабочие чертежи; проект производства работ; журналы промежуточного контроля и акты на выполнение скрытых работ по рыхлению и рыхлению-кротованию, подписанные мастером или прорабом участка, представителем хозяйства и представителем по технадзору; исполнительный план объекта с нанесенными на нем контурами, площадями, направлениями и параметрами выполненных работ.

3.4. Бестраншейная прокладка закрытого горизонтального дренажа

Технологические схемы. Бестраншейный способ строительства закрытого горизонтального дренажа получил широкое распространение при осушении избыточно увлажненных земель. К преимуществам бестраншейного способа строительства дренажа по сравнению с траншейным можно отнести сохранение пахотного слоя по трассам дрен; сокращение объема земляных работ и ряда технологических операций; более высокую производительность дреноукладчика; простоту и надежность пассивного рабочего органа. Бестраншейная укладка дренажных трубопроводов может успешно применяться в сложных гидрогеологических условиях: в неустойчивых и плывунных грунтах; в грунтах с каменистыми включениями диаметром до 30 см; на торфяниках с погребенной древесиной диаметром до 10 см;

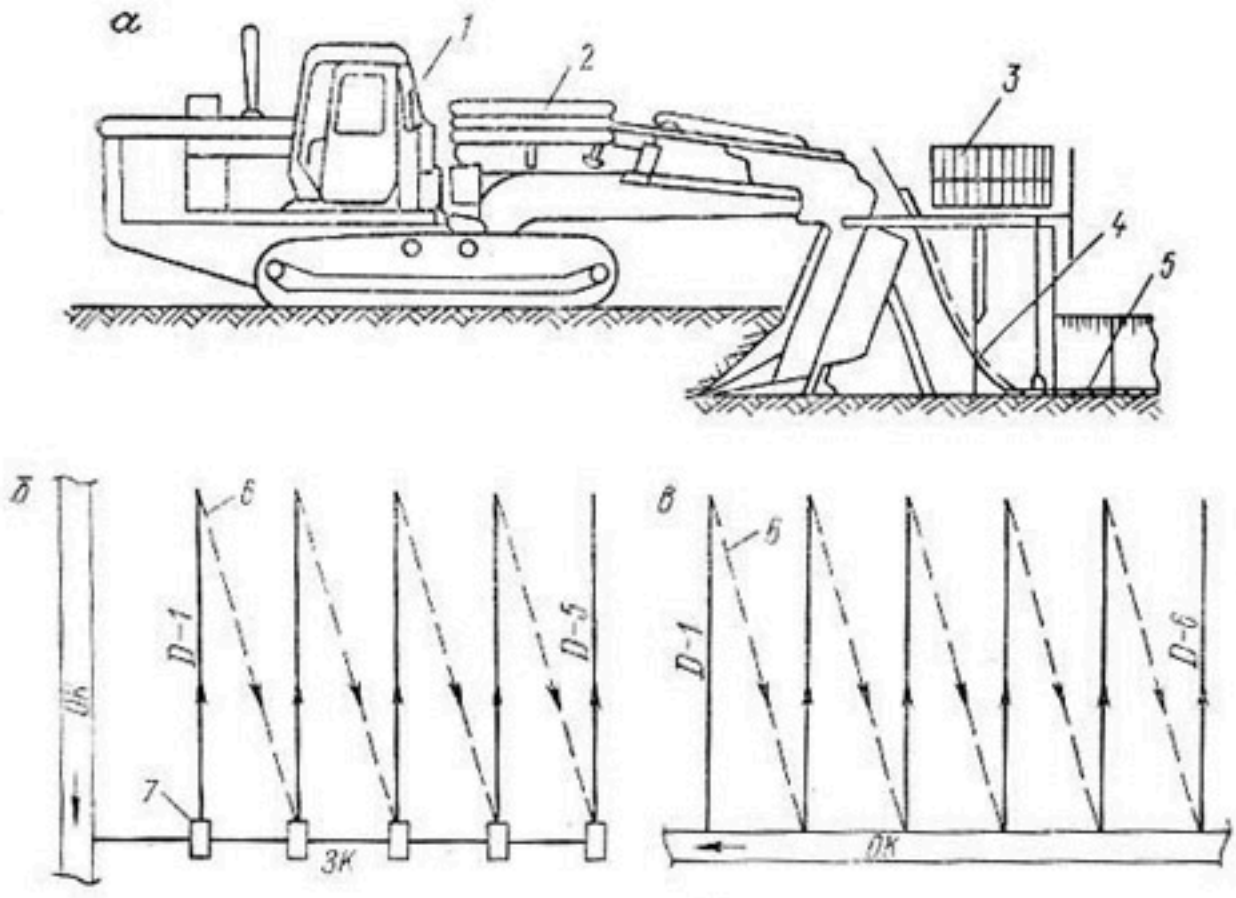


Рис. 26. Общий вид бестраншейного дреноукладчика МД-4 *(а)* и технологические схемы прокладки дренажных трубопроводов при впадении дрен в закрытый коллектор *(б)* и при впадении дрен в открытый осушительный канал *(в)*:

1 — дреноукладчик; *2* — бухты (барабаны с дренажными трубами); *3* — контейнеры для размещения короткомерных труб; *4* — спускной лоток трубоукладчика; *5* — уложенный дренажный трубопровод; *6* — холостой ход дреноукладчика; *7* — приямок (заходный шурф)

в минеральных и торфяных грунтах, промерзших соответственно до 25 и 15 см.

Технологический процесс строительства дренажа бестраншейным способом с применением дреноукладочного комплекса МД-4 и МД-5 в основном определяется конструктивными особенностями дренажных систем; вариантами впадения дрен в коллектор; типом применяемых дренажных труб, защитно-фильтрующих материалов и соединительной арматуры; способом регулирования уклона.

В зависимости от вариантов впадения дрен в коллектор или открытый канал применяются две основные технологические схемы (рис. 26).

Прокладка дрен по технологической схеме на рис. 26, *б* осуществляется при впадении дрен в закрытый коллектор. Для заглубления рабочего органа дрено-

укладчика с помощью многоковшового или одноковшового экскаватора отрывается приямок в устьевой части дрены.

Технологическая схема на рис. 26, *в* применяется в том случае, когда дрены впадают непосредственно в открытый канал. Здесь рабочий орган дреноукладчика заглубляется с откоса открытого канала без дополнительного устройства приямков — заходных шурфов.

При работе по схеме *в* отмечается некоторое снижение затрат труда в связи с отсутствием операции по устройству соединения дрен с коллектором и приямков. Вместе с тем следует отметить, что в этом варианте требуются дополнительные материалы и соответственно трудозатраты для устройства дренажных устьев на каждой дрене.

По данным хронометражных исследований СевНИИГиМа, эксплуатационная производительность бестраншейного дреноукладочного комплекса практически не зависит от выбранной схемы.

В Ленинградской области в ряде мелиоративных ПМК (Мичуринская, Пушкинская, Ломоносовская и др.) применяется такая технологическая схема, при которой закрытая дренажная система имеет двухстороннее впадение дрен в коллектор под прямым углом. Этот технологический вариант предполагает «глухую» прокладку дрен в случае запаздывания работ по устройству закрытого коллектора. Рабочий орган дреноукладчика заглубляется от истока дрены без дополнительной отрывки приямков и выглубляется в конце противоположной дрены. Затем траншейным экскаватором-дреноукладчиком ЭТЦ-202А устраивается коллектор. При вскрытии траншеи пластмассовые трубы в створе коллектора срезаются ковшовым рабочим органом. С помощью дополнительных вставок и тройников срезанные концы пластмассовых труб соединяются с керамическими трубами коллектора. Рассматриваемая технологическая схема имеет ряд существенных недостатков. Прежде всего она может применяться на объектах, где уровни грунтовых вод находятся ниже линии закладки коллекторно-дренажной сети, поскольку осуществить качественное присоединение дрены к коллектору при интенсивном поступлении воды в траншею не представляется возможным.

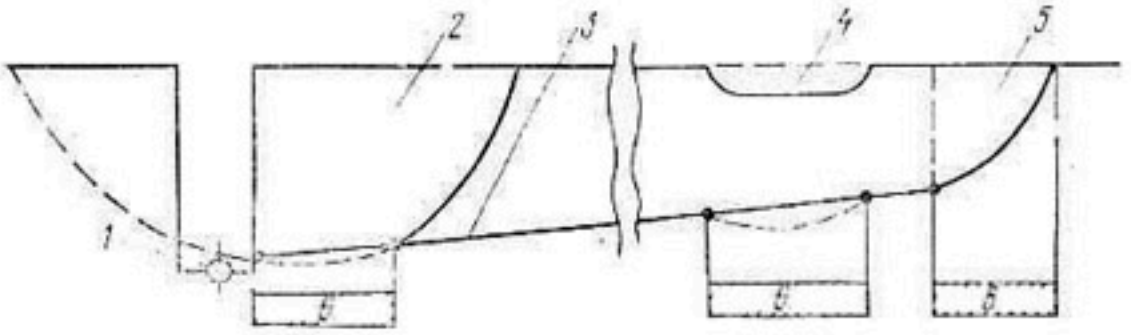


Рис. 27. Местонахождение зон наиболее вероятных отклонений продольных уклонов бестраншейных дрен:

1 — дрена; *2* — приямок; *3* — линия продольного уклона дрен; *4* — местное углубление на поверхности дренажной трассы; *5* — участок выглубления рабочего органа дреноукладчика; *6* — зона возможных отклонений продольных уклонов дрен

Как показывает производственный опыт, по различным организационным причинам коллекторы иногда выполняются с разрывом во времени, когда дрены и устьевая придренная зона насыщаются водой, что создает существенные трудности для дренажной бригады при соединении устья дрены к коллектору. Кроме того, требуется особо точное выдерживание глубины дрены в створе коллектора, что не всегда удается сделать в сложных производственных условиях. Бывают также случаи, когда устья дрены находятся ниже основания коллектора. Трудно контролируемыми остаются истоковые участки дрен, поскольку их глубина не может быть зафиксирована в процессе заглубления рабочего органа.

Рациональное использование дреноукладочного комплекса МД-4, МД-5 требует тщательной и продуманной инженерной подготовки строительства. Подготовительный цикл должен идти опережающими темпами, по четко спланированным графикам производства работ на объектах мелиорации. Хронометражные данные показывают, что основные потери рабочего времени дреноукладочных бригад связаны с отставанием подготовительного фронта работ: отсутствием трассировки дрен в натуре; запаздыванием с прокладкой коллекторов или открытых каналов; задержкой с устройством приямков.

Работоспособность и эксплуатационная надежность закрытого дренажа в значительной мере зависят от точности выполнения продольного уклона дрен. Анализ выборки контрольных нивелировок позволяет выделить опасные зоны по длине дрены, где может быть наибольшая вероятность отклонения выполненных уклонов от проектных (рис. 27). При инженерной подготовке строи-

тельства особое внимание должно быть уделено точности устройства основания приямков и выравниванию трасс.

Организация контроля продольных уклонов дрен. Особенности прокладки дрен бестраншейными дреноукладчиками (смыкание стенок вскрываемой щели сразу же за проходом рабочего органа и т. д.) не позволяют проводить исполнительную нивелировку по технологии, принятой при строительстве дренажа траншейными дреноукладчиками. В связи с этим точность выполнения продольных уклонов дрен, уложенных бестраншейным способом, проверяется в процессе укладки.

Регулирование продольных уклонов дна отрываемых дреноукладчиком МД-4 щелей осуществляется в большинстве случаев по копирному тросу, установленному с заданным уклоном, или с помощью передаваемых на дистанцию сигналов оператора, следящего за положением рабочего органа относительно оси теодолита.

Как показали исследования, более точное выполнение продольных уклонов дрен достигается при работе дреноукладчика по копирному тросу. При работе в режиме дистанционного управления возникают ошибки в регулировании положения рабочего органа из-за быстрой утомляемости оператора.

Для операционного контроля точности выполнения продольных уклонов дрен разработано и апробировано в производственных условиях два способа. Первый способ (рис. 28) предусматривает использование специального приспособления. На стойках трубоукладчика внутри рабочего органа монтируется в плавающем положении штанга. Нижний конец штанги скреплен с резиновым прижимным роликом, который опирается на дренажный трубопровод и движется по нему одновременно с проходом рабочего органа. К верхнему концу штанги прикрепляется геодезическая рейка, по которой снимаются через определенные расстояния контрольные отсчеты.

При втором способе точность выдерживания уклонов определяется с помощью специальных вешек. Вешки длиной 1,5 м, диаметром 5 см устанавливаются непосредственно следом за прохождением рабочего органа дреноукладчика в точках снятия контрольных отметок. Нижний конец вешки ставится на дренажный трубопровод. Смыкающийся грунт плотно зажимает вешку. При исполнительной нивелировке геодезическая рейка устанавливается на верхний конец вешки.

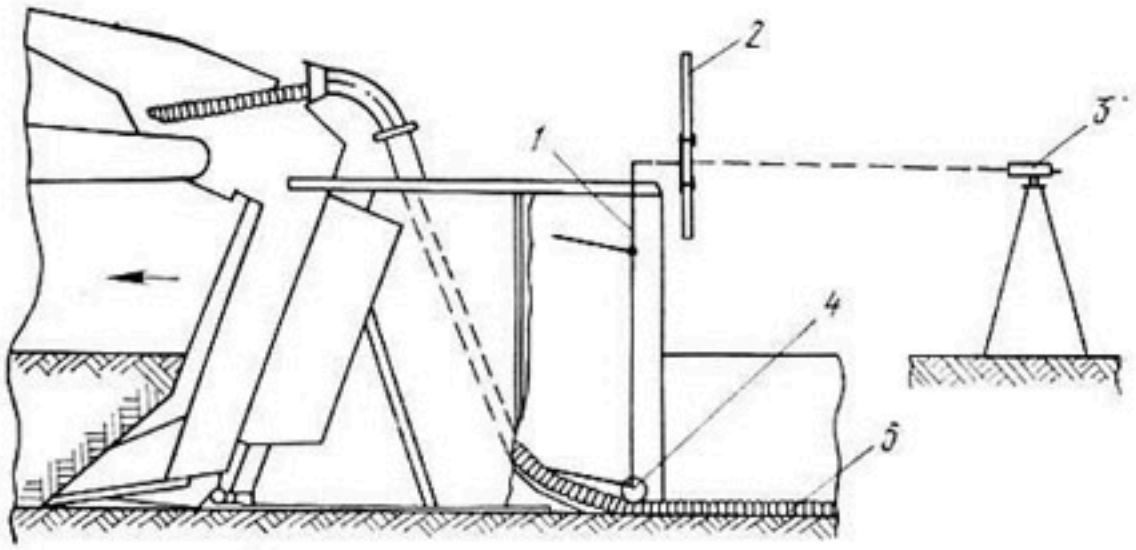


Рис. 28. Схема операционного контроля точности прокладки дрен:
1 — штанга; *2* — рейка; *3* — нивелир; *4* — прижимной ролик; *5* — дрена

Наибольшая точность выдерживания заданного уклона отмечается при работе дреноукладчика по технологической схеме: открытый канал — дрена (см. рис. 26, *б*). При работе дреноукладчика по технологической схеме закрытый коллектор — дрена (см. рис. 26, *а*) наблюдаются иногда отклонения от заданного уклона при заглублении рабочего органа. Для выполнения качественной укладки дренажных трубопроводов по этой схеме приямок для заглубления рабочего органа дреноукладчика целесообразно отрывать с высокой точностью.

Отклонения в точности прокладки дрен от проектных уклонов связаны со следующими основными причинами:

наличием по трассам дрен большого количества каменистых включений (более 30 см), крупных древесных остатков или резко выраженных неровностей (более 30 см);

при работе машины на повышенных скоростях (более 800 м/ч), очевидно, запаздывает сработка гидравлической системы слежения;

некоторым смещением ножа по высоте, особенно на грунтах с низкой несущей способностью, во время остановок дреноукладчика в процессе прокладки дрены.

При бестраншейном способе формирования дренажных трубопроводов невозможно визуально контролировать укладку труб и своевременно исправлять дефекты, поэтому к работе системы выдерживания заданного уклона и трубоукладочных механизмов предъявляются повышенные требования.

Основными факторами, оказывающими влияние на конечную точность дрен, уложенных через трубоукладчик, являются следующие: деформация грунта под опорной лыжей при движении ее по дну щели; точность формирования ложа относительно копира и укладки на него труб в дренажную линию; способ стабилизации положения труб в дренажной линии сразу после их укладки.

Последний фактор приобретает особое значение при вскрытии дреноукладчиком водоносного слоя в неустойчивых грунтах, где встречаются высокие уровни стояния грунтовых вод (0,7—0,9 м над дреной). Здесь под действием высокого напора воды в придренной зоне может произойти всплывание пластмассовых труб, т. е. нарушение их продольной устойчивости. Это явление объясняется тем, что при проходе режущего ножа рабочего органа дреноукладчика в нижней части щели образуется (на некоторое время) свободная полость, мгновенно заполняемая водой и грунтовой суспензией.

В Мичуринской ПМК Ленинградской области апробирован рациональный способ стабилизации положения пластмассовых труб путем присыпки их грунтом, срезаемым со стенок щели специальным подрезающим устройством, монтируемым в концевой части трубоукладчика.

Для уплотнения грунта над щелью достаточно одного прохода гусениц трактора класса тяги 100 кН. При этом плотность грунта, закрывающего ее, исключает сквозную фильтрацию поверхностных вод. Средняя плотность грунта в уплотненной щели на глубине 25 см от поверхности, как показывают замеры, меньше грунта естественной структуры в среднем на 15—20 %.

Результаты выполненных замеров показали, что наиболее опасным моментом является одноосное сдавливание трубы в случае смыкания стенок щели сразу после выхода трубы из трубоукладчика. При ширине щели 160 мм по линии контакта трубы со стенками щели первоначальное давление достигает 0,4—0,5 МПа, затем по мере удаления рабочего органа давление уменьшается за счет релаксации грунта и снижения динамического воздействия от сил резания.

Точность формирования ложа на дне щели относительно копира и укладки на него дренажных труб обеспечивается надежной работой следящей системы дрено-

укладчика, которая периодически проверяется и налаживается путем тщательных контрольных нивелировок продольного положения дренажных линий.

Проведенными испытаниями на объектах мелиорации Смоленской и Ленинградской областей (ВНИИГиМ) установлено, что лазерная система для бестраншейного дреноукладчика типа УКЛ-1 обеспечивает устойчивое автоматическое регулирование высотного положения ножа на расстояниях в пределах 30—250 м от светоизлучателя при температуре воздуха 10—20 °С, скоростях движения 720—910 м/ч. Местные отклонения отметок дна щели по вертикали составили не более 2 см, что соответствует нормативным требованиям. Автоколебаний системы и потерь управления вследствие отказов системы не наблюдалось.

Перед работой дреноукладчика лазерный светоизлучатель устанавливается в 30 м от начала укладки дрены. Световая плоскость механизмом уклона светоизлучателя сначала ориентируется под заданным уклоном дрены, а затем устанавливается на требуемой высоте. С этой целью механизмом регулировки по высоте совмещают ось визирной трубы светоизлучателя с отметкой коэффициента дреноукладчика (расстояние от носка ножа до центрального фотодиода) на фоторейке. Она устанавливается в зависимости от схемы укладки на дно устья дрены или на верх трубы коллектора. Дреноукладчик с тягачом движется от начала укладки дрены, и нож заглубляется автоматически до момента ввода центрального фотодиода в световую плоскость. В процессе укладки дрены ее глубина регулируется автоматически по командам лазерного указателя.

При работе с двухсторонним впадением дрен в коллектор они укладываются за один сквозной проход дреноукладчика с одной позиции светоизлучателя. При этом уклон и высота световой плоскости для второй дрены измеряются при остановке машины в устье дрен. Затем дреноукладчик переезжает на новую дрену, а светоизлучатель переставляется на следующую позицию.

Прокладка пластмассовых труб. В настоящее время известны и апробированы два основных варианта подготовки пластмассовых дренажных трубопроводов к укладке на дно щели: с предварительной обмоткой труб на специальных станках рулонным защитно-фильтрующим материалом в стационарных заводских условиях;

с защитой труб рулонным материалом специальными обмоточными устройствами, агрегатируемыми с дреноукладчиком МД-4.

Более технологичным является первый вариант. Производственный опыт показывает, что при втором варианте из-за поломок и разладки обмоточного оборудования происходят неоправданные простои дренажных бригад. Кроме того, в этом случае и качество защиты по всей длине дрены не всегда отвечает требованиям. Разрыв ЗФМ в 2—3 местах может привести к заилению и выходу из строя всей дрены.

Основные технологические особенности и последовательность строительства дренажа из пластмассовых труб бестраншейным комплексом МД-4, МД-5 следующие: до начала строительства коллекторно-дренажной сети выполняются культуртехнические и планировочные работы по подготовке трасс; осуществляется вынос проекта и трассировка сети в натуре; строятся основная водопроводящая сеть и коллекторы; на приобъектный склад доставляются дренажные материалы.

Дренажные трубы и арматура из полимерных материалов складируются на объекте строительства на настилы (деревянные стеллажи, соломенные маты). Высота штабеля не должна превышать 2 м. Сверху штабель труб прикрывают брезентом, соломой или ветками для защиты от атмосферных воздействий. Места складирования обычно располагают не ближе 50 м от заправочных пунктов ГСМ.

Планировку трасс дрен выполняют универсальным бульдозером класса тяги 100 кН в один или два рабочих хода при высоте (глубине) неровностей более 20 см и поперечном уклоне трасс более 3°. Ширина планируемой трассы 4 м. Планировка трасс должна быть выполнена не позднее чем за день до укладки дренажа, что обеспечивает фронт работ дреноукладчика МД-4.

Для развозки дренажных материалов используют бульдозер или трактор ДТ-75М в сцепе с металлическим листом (пэной) или прицепом. Приобъектный склад должен быть расположен на расстоянии не более 2 км от места производства работ.

Общая масса дренажных материалов (труб, ЗФМ и соединительных деталей) составляет примерно 270 кг на 1 км пластмассовых дрен.

Погрузка и разгрузка бухт пластмассовых труб вы-

полняется вручную. При перевозке бухты ставят на ребро или навешивают на стойки транспортного прицепа.

По трассам дрен их раскладывают (у устья) с левой стороны по ходу дреноукладчика исходя из длины дрен и труб в бухтах.

Для натяжения копирного троса по оси пикетной разбивки устанавливают основные и промежуточные упоры. Расстояние между основными упорами 20 м и между промежуточными — 10 м. На другой стороне коллектора, в месте впадения дрены, ставится дополнительный упор. В случае провисания троса устанавливают дополнительные упоры.

Для установки упора без предварительного вычисления глубины траншеи рекомендуется применять специальную рейку с сантиметровыми делениями. Нижний обрез рейки длиной 2 м должен быть обозначен числом, равным коэффициенту экскаватора. Выдвижной упор поднимается на высоту, равную проектной глубине траншеи на данном пикете трассы коллектора.

После установки основных упоров на расстоянии 10—12 м на них закрепляют копирный трос. Трос натягивают с помощью лебедки, а затем навешивают его на упоры, после чего между основными упорами помещают промежуточные. Усиление натяжения троса должно быть не менее 500 Н. Применение люнета на дреноукладчике МД-4 позволяет увеличить расстояния между упорами до 40—60 м при обеспечении заданного уклона дрен.

Для заглубления рабочего органа дреноукладчика МД-4 от коллектора вначале разрабатывается приямок длиной 5—6 м и шириной 0,5 м. Дно приямка должно быть на 3—5 см выше трубы коллектора. При работе по технологической схеме, когда дрены выпадают в открытый канал, рабочий орган дреноукладчика может заглубляться непосредственно от канала при его ширине на уровне заглубления не менее 4 м. При меньшей ширине канала дополнительно разрабатывается приямок длиной 3—4 м.

Процесс укладки дрен начинается с подготовки дреноукладчика к работе, включающей следующие операции: установку на трассу; навешивание бухты пластмассовых труб; подачу трубы через направляющие в спускной лоток; заглубление рабочего органа в приямок или открытый канал и закрепление трубы за коллектором прижимной вилкой.

После укладки 10 м дрены ее подсоединяют к коллектору с использованием соединительных деталей или через керамическую трубу.

Оформление истока дренажной линии выполняется за 3—5 м до выглубления рабочего органа. Пластмассовую трубу обрезают и торец закрывают заглушкой или плотным ЗФМ типа иглопробивного нетканого полотна или ПЭ-холста. При продолжении рабочего хода дреноукладчика конец трубы опускается на дно щели.

При обрыве трубы или окончании бухты трубы стыкуются при помощи накладной соединительной муфты или отрезка трубы длиной 20—30 см.

Схемы операционного контроля строительства пластмассового дренажа приводятся в табл. 22.

Производственный опыт строительства бестраншейного дренажа из пластмассовых труб в Ленинградской области позволил определить средние экономические показатели технологического процесса (табл. 23).

В случае необходимости увеличения осушительного действия бестраншейных дрен в тяжелых слабоводопроницаемых грунтах или устройства комбинированных систем предпочвенного увлажнения с осушителями-увлажнителями или скважинами-усилителями с бестраншейным дреноукладчиком может агрегатироваться специальное сменное трубоукладочное оборудование, позволяющее осуществлять укладку фильтрующих элементов одновременно с прокладкой основных дренажных трубопроводов.

На объектах мелиорации Ленинградской области (ОПХ СевНИИГиМа, Мичуринская ПМК и др.) прошли широкую производственную проверку опытные образцы сменного технологического оборудования к бестраншейному дреноукладчику для механизированной укладки индустриальных блоков (рис. 29, *а*) из различных материалов, отличающихся высокой водопропускной способностью. Отработаны варианты механизированной прокладки непрерывных фильтрующих жгутов (рис. 29, *б*) и внесения оструктуривающих быстротвердеющих полимеров и химмелиорантов (рис. 29, *в*).

Учитывая производственный опыт бестраншейного способа строительства дренажа и результаты научных исследований за последние годы, представляется возможным сформулировать некоторые практические рекомендации по совершенствованию и повышению его тех-

22. Схема операционного контроля качества строительства пластмассового дренажа

Технологический процесс	Основные требования к качеству	Метод и средство контроля	Время контроля
1	2	3	4
Обмотка пластмассовых труб ЗФМ	Прочность на разрыв ЗФМ не менее 2 кПа; перекрытие ленты на трубе не менее 5 см; оболочка из ЗФМ не должна иметь разрывов	Осмотр (визуально); замеры линейкой	До и после обмотки труб
Планировка трасс	Ширина полосы не менее 4 м; высота неровностей не более 20 см; поперечный уклон не более 3°	Осмотр (визуально); замеры с помощью геодезического инструмента, рейки или рейки с уровнем	После планировки трасс
Доставка дренажных материалов	Размеры труб и соединительных деталей должны соответствовать проектным данным; трубы не должны иметь перегибов, вмятин, трещин, разрывов ЗФМ	Замеры линейкой; осмотр (визуально)	До укладки дрен
Установка копирного троса	Отклонения высоты основных упоров копирного троса не более 5 мм; отклонения от прямолинейности в плане не более ±0,2 м; расстояние между упорами не более 10 м; отклонения расстояний не более 1 м	Замеры рулеткой, геодезическим инструментом и рейкой	До укладки коллектора и дрены

Продолжение табл. 22

1	2	3	4
Укладка коллектора	Отклонения от продольного уклона не более ±0,0005; местные отклонения дна траншеи не более ±3 см; отклонение оси коллектора в плане не более ±0,5 м; обратные уклоны дна траншеи не допускаются; зазоры в стыках не более 2 мм; смещения труб не более 1/3 толщины стенки трубы; смещение полосы ЗФМ от стыка не менее 1/3 ширины полосы; толщина присыпки гумусного слоя грунта не менее 20 см	Исполнительная нивелировка коллектора; замеры линейкой и щупом	В процессе и после укладки коллектора
Отрывка приямков	Ширина не менее 0,5 м; длина не менее 5,0 м; дно приямка должно быть на 5—10 см выше верха трубы коллектора	Замеры рулеткой	После отрывки приямка

Укладка пластмассовых труб	Отклонение от продольного уклона не более ± 0,0005; местные отклонения дрены не более ± 2 см; отклонения оси дрены в плане не более ± 0,5 м; обратные уклоны не допускаются	Контрольная нивелировка дрены	В процессе укладки дрены
Устройство устья коллектора или пластмассовой трубы	Уклон устьевой трубы должен быть не менее проектного уклона коллектора или дрены: превышение дна трубы над дном канала не менее 40 см; зазор в сопряжении не более 2 мм	Осмотр (визуально); замеры линейкой, щупом	В процессе и после оформления устья
Оформление истока коллектора или одиночной пластмассовой дрены	Концевой участок трубы плотно заделывается заглушкой с обмоткой ЗФМ	Осмотр (визуально)	В процессе оформления истока
Засыпка приямков и траншей коллекторов	После засыпки над приямком и траншеей должен оставаться валик высотой 20—30 см	То же	После засыпки

23. Примерная стоимости строительства 1000 м дренажа

Технологическая операция	Состав агрегата		Объем работ на 1000 м	Норма выработки, ч
	Наименование	Марка		
Обмотка пластмассовых труб защитно-фильтрующим материалом	Станок	УФ-1	1000 м	300
Планировка трасс дрен	Универсальный бульдозер	Д-493А	4800 м²	7692
Доставка дренажных материалов	Трактор с пэной	ДТ-75М	0,25 т	0,6
Устройство пластмассового дренажа	Бестраншейный дреноукладчик	МД-4	1000 м	200
	Тягач	МД-5		
Устройство дренажных устьев	Вручную		8 шт.	0,5
Итого: С МД-5 Без МД-5				

нологических показателей в различных гидрогеологических условиях строительства.

1. Применяемые гофрированные пластмассовые дренажные трубы должны быть предварительно покрыты защитно-фильтрующим материалом на стационарных установках типа УФ-1.

2. Поверхность цельнометаллического спускного лотка V-образной формы должна быть гладкой, тщательно отшлифованной, не иметь сварочных наплывов в стыках. Это позволяет исключить нарушения защитного покрытия на поверхности пластмассовых труб во время их прохождения по спускному тракту лотка.

3. В определенных грунтовых условиях с соответствующим проектным обоснованием целесообразно применять спиральновитые трубы (ТДСВ) с мелкой перфорацией (0,4—0,6 мм) без дополнительного покрытия их защитно-фильтрующим материалом. Сматывание пластмассовых труб с барабана и подача на дно щели должны осуществляться при постоянном их натяжении с силой порядка 30—50 Н.

4. Поскольку пластмассовые изделия подвержены

калькуляция
в грунтах I—III группы

Затраты на 1000 м дренажа							
трудовые, м/чел.-ч	материальные, руб.						
	заработная плата	амортизация	текущий ремонт и ТО	ГСМ	единовременные затраты	стоимость материалов	всего
3,3/6,6	7,32	0,05	0,46	1,3	—	—	9,13
0,60	1,15	0,06	0,33	0,42	0,10	—	2,06
0,6	0,69	0,05	0,24	0,22	—	—	1,20
5/20	37,90	10,85	5,85	5,40	7,90	505	572,9
5,0	11,75	6,65	4,70	4,95	6,10	—	34,15
17,8	13,62	—	—	—	—	16	29,62
51,0	72,43	17,86	11,58	12,29	14,1	521	649,06
46,0	60,68	11,01	6,88	7,34	8,0	521	614,91

деформации, перспективным для формирования дренажных трубопроводов из них представляется применение соединительномонтажных элементов (муфт, втулок и т. д.). Дренажная линия может быть предварительно сформирована в виде отдельных короткомерных или длинномерных дренажных плетей на поверхности. Работа оператора-трубоукладчика в этом случае состоит в том, чтобы обеспечивать стыковку не отдельных трубок и соединительных элементов, а готовой дренажной плети. Не исключается также применение специальных автоматизированных устройств, обеспечивающих стыковку керамических труб с муфтами на платформе дреноукладчика и синхронную подачу их через спускной тракт трубоукладчика на дно щели.

5. Если бестраншейные дрены впадают в открытый канал, концевая часть их оформляется устьем облегченной конструкции из асбестоцементных или пластмассовых труб и деталей. В этом случае необходимость устройства приямка (заходного шурфа) отпадает.

Сделана предварительная оценка (Ф. Р. Зейдельман, 1982) возможности применения бестраншейного пласт-

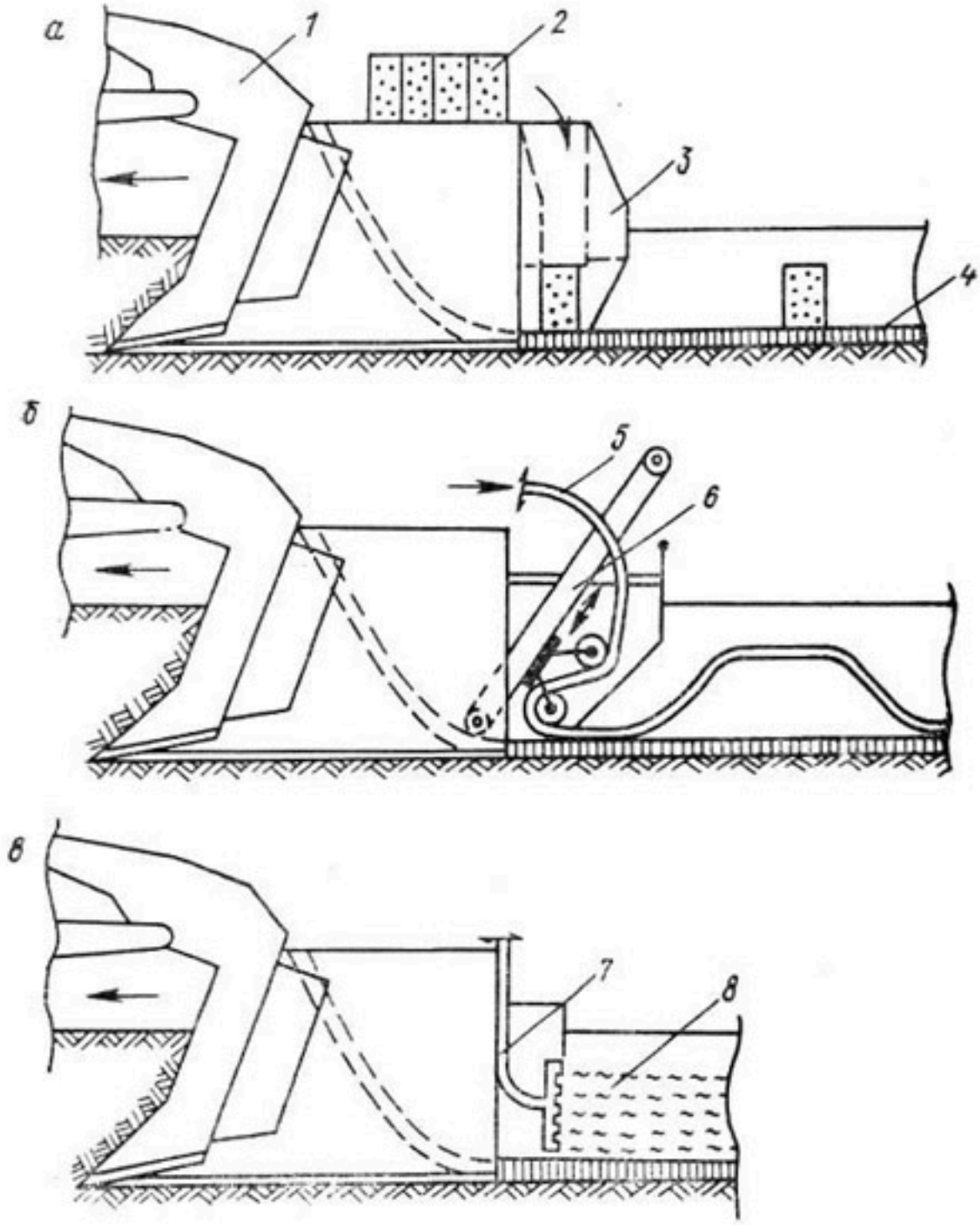


Рис. 29. Схема навесного технологического оборудования для укладки фильтрующих элементов:

а — укладка блоков; *б* — укладка жгутов; *в* — внесение быстротвердеющих полимеров и химмелиорантов; *1* — рабочий орган дреноукладчика; *2* — фильтрующие блоки; *3* — модуль-приставка; *4* — дренажный трубопровод; *5* — непрерывный жгут; *6* — формирователь жгутовой линии; *7* — трубопровод с насадкой для распыления; *8* — оструктуривающие материалы

массового дренажа и узкотраншейного способа укладки дрен в Нечерноземной зоне РСФСР при различных почвенно-мелиоративных условиях.

В дальнейшем с накоплением производственных и экспериментальных данных эта оценка будет уточняться.

Возможность и условия применения бестраншейного пластмассового дренажа, целесообразность узкотраншейной укладки пластмассовых дрен	Характеристика почвогрунтов
$K_ф^*$ = 0,3 м/сут. Применение возможно. Специальные мероприятия (глубокое рыхление, дренажные засыпки повышенной водопроницаемости и др.) не требуются	Песок, супесь 0,6 м на моренном и другом суглинке и глине. Пески, супеси флювиогляциальные (вне ареала юрских пород). Пески, супеси моренные. Валунов диаметром 60 см в слое 1 м 50 м³/га. Глинистый агрегированный аллювий (вне зон влияния ожелезненных грунтовых вод)
$K_ф^*$ = 0,3—0,1 м/сут. Применение возможно на фоне глубокого рыхления почв	Суглинисто-глинистый элюво-делювий карбонатных пермских пород. Покровные (лёссовидные) легкие суглинки. Моренные легкие суглинки с прослоями супеси. Валунов диаметром 60 см в слое 1 м 50 м³/га. Песок, супесь 0,6 м на моренном легком суглинке с прослоями супеси. Валунов диаметром 60 см в слое 1 м 50 м³/га
$K_ф^*$ = 0,1—0,05 м/сут. Применение возможно на фоне глубокого рыхления почв. Минимальные нормативные расстояния	Покровные лёссовидные средние тяжелые суглинки. Моренные легкие и средние суглинки. Валунов диаметром 60 см в слое 1 м 50 м³/га
$K_ф^*$ = 0,05 м/сут. Применение возможно на фоне глубокого рыхления почв и использования дренажных засыпок повышенной водопроницаемости. Целесообразен переход на укладку дрен в узкие траншеи с засыпкой повышенной водопроницаемости и глубоким рыхлением	Покровные лёссовидные глины. Моренные тяжелые суглинки и глины. Валунов диаметром 60 см в слое 1 м 50 м³/га
Применение невозможно или проблематично в связи с неблагоприятными почвенно-мелиоративными условиями	Озерно-ледниковые, в том числе ленточные глины. Сильнокаменистые моренные отложения различного состава. Валунов 50 м³/га; высокое содержание валунов диаметром более 60 см. Породы в ареалах распространения сильно ожелезненных грунтовых вод. Двучлен с близким залеганием плотных метаморфизированных и изверженных пород. Мощные торфяные почвы

* $K_ф$ — коэффициент фильтрации почвогрунтов на глубине 60—70 см (ниже зоны рыхления).

К фильтрам, осложняющим строительство дренажа, отнесены завалуненность, близкое залегание скальной плиты, сильное ожелезнение грунтовых вод.

Если почвы, относящиеся по составу и генезису пород ко II и III группам, имеют $K_ф$ соответственно меньше 0,3—0,1 и 0,1—0,05 м/сут, то при осушении почвы II группы применяют дренаж с минимальными расстояниями и глубокое рыхление; при осушении почв III группы — дренажные засыпки повышенной водопроницаемости и рыхление. На всех суглинистых и глинистых почвах обязательны организация поверхностного стока, применение объемных фильтров, преимущественно из органических материалов, повторное глубокое мелиоративное рыхление. При применении пластмассового дренажа — предварительное осушение массива.

Использование дреноукладчика МД-4 в зимний период. В связи с переходом мелиоративно-строительных организаций на круглогодовое выполнение работ для прокладки дренажных трубопроводов в зимний период все шире стал использоваться бестраншейный дреноукладочный комплекс МД-4, МД-5. Комплексы МД-4 и МД-5 обладают достаточным тяговым усилием для разрыхления слоя мерзлоты до 25 см на легких минеральных грунтах и до 40 см — на торфяниках. Щель, образующаяся за рабочим органом дреноукладчика, проходит ниже мерзлого слоя и смыкается сразу же после прокладки дрены, что исключает попадание мерзлого грунта на дренажный трубопровод.

Краткая характеристика объектов мелиорации и условий строительства на различных объектах объединения Ленмелиорация в 1978—1979 гг. приводится в табл. 24.

Дреноукладчик МД-4 закладывал дрены на торфяниках и легких минеральных грунтах при глубине промерзания 10—35 см и температуре воздуха от —7 до —18 °С.

В зависимости от глубины промерзания и с учетом вывода дрен в открытые каналы или закрытые коллекторы строительство дренажа проводилось по различным технологическим схемам.

Технологическая схема (ТС-1) применялась при строительстве участков «Макриля» и «Центральное отделение» совхоза «Раздолье» (табл. 25). Дреноукладчик МД-4 с тягачом МД-5 укладывал пластмассовый дре-

24. Характеристика объектов строительства в Приозерском районе Ленинградской области

Объект	Время строительства	Грунт	Температура воздуха, °С	Глубина промерзания, см	Примечания
„Макриля"	12.1978	Торф	5—10	8—10	Мощность торфа более 2 м, пнистость 4 %
„Центральное отделение", с-з „Раздолье"	02.1979	„	15—18	10—12	Мощность торфа более 1,2—1,6 м
„Золотая долина", с-з „Красноозерный"	03.1979	„	5—8	15—25	Мощность торфа более 2 м
„Холодный ручей", с-з „Смена"	12.1978	Супеси, легкие и средние суглинки	7—10	25—30	Озерно-ледниковые отложения без каменистых включений

25. Технологические схемы строительства дренажа бестраншейным дреноукладчиком в зимний период

Технологическая схема	Технологическая операция	Машина и механизм	Глубина промерзания
ТС-1	Прокладка дренажных трубопроводов: от закрытых коллекторов	МД-4, МД-5	До 15 см
	от открытых каналов	ЭТЦ-202А, РК-1,2	
ТС-2	Проход по трассе дрены для вскрытия мерзлоты. Расчистка трассы. Прокладка дренажных трубопроводов	МД-4, МД-5, Д-493А	До 25 см
ТС-3	Проход по трассе для вскрытия мерзлоты. Расчистка трассы. Прокладка дренажных трубопроводов	РМГ-1-40, Д-493А	До 35 см

наж на проектную глубину за один проход. На участке совхоза «Раздолье» строительство дренажа проводилось от закрытого коллектора. Для подключения дрен экскаватор ЭТЦ-202А отрывал приямок за коллектором на расстоянии 10—12 м, при этом мерзлый грунт предварительно разрыхлялся. Эксплуатационная производительность экскаватора МД-4 составляла в среднем 650 м/ч.

На участке «Мокрушинское болото» экскаватор МД-4 прокладывал дрены непосредственно от открытого канала. При такой схеме исключается операция по отрывке приямка, а дреноукладчик прокладывает дрены, двигаясь челночным способом без холостых проходов. Эксплуатационная производительность МД-4, МД-5 составила в среднем 720 м/ч.

Технологическая схема ТС-2 применялась на участке «Золотая долина». Дреноукладчик МД-4 с тягачом МД-5 проходил по трассе дрены без прокладки дренажного трубопровода, прорезая слой мерзлого грунта. После прохода дреноукладчика на трассе оставались глыбы мерзлого грунта, мешающие вторичному проходу дреноукладчика. Эти глыбы удаляли бульдозером на тракторе Т-100 (Д-494А). После удаления глыб дреноукладчик МД-4 проходил снова по трассе дрены, закладывая полиэтиленовые трубы на проектную глубину с заглублением от приямка, отрываемого экскаватором ЭТЦ-202А. Эксплуатационная производительность дреноукладчика МД-4 составила 650 м/ч.

Технологическая схема ТС-3 применялась на участке «Холодный ручей». Здесь предварительное рыхление мерзлого грунта производили рыхлителем РМГ-1-40. После удаления мерзлых глыб бульдозером по разрыхленной трассе проходил бестраншейный дреноукладчик, прокладывая дренажный трубопровод. Производительность рыхлителя РМГ-1-40 при глубине промерзания 0,35 м и ширине захвата 0,7 м составила 20 $м^3$/ч при скорости прохода по трассе 175—200 м/ч. Эксплуатационная производительность дреноукладчика МД-4 была в среднем 530—650 м/ч.

Бригада, обслуживающая дреноукладочный комплекс, состояла из 6 человек: машиниста МД-4, машиниста МД-5, двух операторов-трубоукладчиков, тросовщика, машиниста трактора Т-130 с рыхлителем. Контроль точности прокладки продольных уклонов уложенных дрен проводили путем фиксирования отметок по

нивелирной рейке, установленной на трубоукладчике МД-4. Данные контрольных нивелировок приведены в табл. 26. Анализ данных контрольных нивелировок показывает, что точность прокладки дренажных трубопроводов зависит как от температуры воздуха, так и от глубины промерзания грунта.

26. Качественные показатели укладки дрен дреноукладчиком МД-4 в зимний период

Объект	Температура воздуха, °С	Глубина промерзания грунта, см	Технологическая схема	Количество дрен, шт	Максимальная величина отклонений, см	Количество отклонений, выше допустимых на 100 м
«Макриля»	—8...—10	8—10	ТС-1	5	15—18	—
«Раздолье»	—15...—20	10—12	ТС-1	7	34—37	8
«Золотая долина»	—5...—8	30—35	ТС-1	6	27—34	9
			ТС-2	6	10—15	—
«Холодный ручей»	—7...—10	25—30	ТС-3	5	8—14	—

Обобщение результатов контрольного нивелирования при глубине промерзания более 25 см показало, что при прокладке дренажа по технологической схеме ТС-1 наблюдаются значительные отклонения от проектного уклона, превышающие допустимые. При работе дреноукладчика по технологическим схемам, предусматривающим предварительное вскрытие слоя мерзлого грунта, или при глубине промерзания менее 25 см существенных отклонений профиля дрены от проектной не наблюдается. Установлено также, что при температуре воздуха ниже —15 °С из-за повышенной вязкости масла в гидравлической системе механизма контроля глубины укладки возникают погрешности в его работе, что приводит к отклонению отметок профиля дрены от проектных на 8—14 мм выше допустимых.

Анализируя условия работы дреноукладчика МД-4 в зимний период, следует отметить эффективность его использования на участках, где летом строительство дренажа затруднено (участки с оплывающими грунтами, сильно обводненные, с высоким уровнем стояния грунтовых вод). Так, на участках «Макриля» и «Мокрушинское болото» в летнее время невозможно строительство даже открытых каналов. На других участках по проекту предусматривались предварительное осуше-

ние и укладка гончарных труб на стеллажи. В зимний период образование верхнего мерзлого слоя мощностью более 8 см позволило вести работы дреноукладочным комплексом МД-4, МД-5. Прокладка дрен из непрерывной пластмассовой трубы бестраншейным способом исключила дополнительную операцию по устройству стеллажей.

Бестраншейная прокладка закрытых дренажных коллекторов методом прокола. В местах пересечения трасс закрытых коллекторов железнодорожным или автодорожным полотном, где остановка движения транспорта связана с большими трудностями, применяют бестраншейную прокладку коллекторов методом прокола.

Работы выполняются с помощью пневмопробойника типа ИП-4603 в такой последовательности: подготовительный этап, прокол пневмопробойником отверстий, прокладка коллекторных труб с помощью пневмопробойника.

На первом этапе под полотном дороги предварительно разрабатываются пионерные траншеи, которые заканчиваются приямками примерно на расстоянии 2 м от насыпи. Размеры приямков в плане составляют 2×2 м. Ширина траншеи зависит от диаметра прокладываемых труб.

На втором этапе с помощью специальных приспособлений производится ориентирование направления движения пневмопробойника. Затем от компрессора ДК-9 сжатый воздух подается в пневмопробойник, который производит прокол.

На последнем этапе трубы протягивают в отверстие. С этой целью хвостовая гайка пневмопробойника и прокладываемая труба, на передней части которой установлен амортизирующий съемный хомут, соединяются тросом.

Как показал опыт, таким способом можно протягивать трубы диаметром 100 мм, сваренные в плети длиной до 30 м.

Кроме того, в практике апробирован вариант, при котором пневмопробойник вставляется внутрь трубы и протягивает ее.

3.5. Технология строительства коллекторов большого диаметра

В зависимости от почвенных условий, глубины закладки труб, агрессивности среды, в которой будет работать коллектор, применяются трубы из различных материалов: гончарные, керамические канализационные, асбоцементные и железобетонные. Диаметр применяемых труб следующий: гончарных — 25 см; керамических — 25, 30, 35, 40 см; асбоцементных — 25, 30, 35, 40, 50 см; железобетонных — 30, 40, 50, 60 и 80 см.

Для строительства коллекторов диаметром 25 см в основном применяются гончарные трубы. Однако если глубина закладки коллекторов превышает 3,5 м, гончарные трубы заменяются более прочными асбоцементными или керамическими повышенной прочности.

Разработка траншеи при заложении коллекторов из труб диаметром 25 см на глубину до 2 м производится многоковшовыми или одноковшовыми экскаваторами, имеющими трубоукладочные устройства для предотвращения обрушения стенок траншеи. При глубине траншеи от 2 до 3 м верхнюю часть траншеи целесообразно отрывать бульдозером, а нижнюю (глубиной до 2 м) — многоковшовыми экскаваторами.

В случаях, когда для строительства коллекторов применяют трубы диаметром более 25 см, а также когда диаметр применяемых труб составляет 25 см, но глубина их закладки больше 3 м, для отрывки траншеи используются одноковшовые экскаваторы. При этом ширина дна траншеи принимается следующей: для труб диаметром от 30 до 50 см — D+60 см; для труб диаметром больше 50 см — D+100 см (здесь D — наружный диаметр труб). Кроме того, при использовании одноковшовых экскаваторов траншеи отрываются с наклонными стенками.

Строительство закрытых коллекторов диаметром более 25 см проводится при наиболее низком уровне стояния грунтовых вод.

Грунтовые и поверхностные воды, интенсивно поступающие в траншею, удаляются самотеком по желобкам на дне траншеи либо откачиваются насосом. При необходимости для этой цели применяются иглофильтры.

Подготовка трасс коллекторов большого диаметра производится аналогично подготовке трасс дрен. Ши-

рина подготавливаемой полосы должна быть достаточной для обеспечения доставки и размещения коллекторных труб и деталей сооружений, движения землеройных и подъемно-транспортных машин, размещения вынутого грунта.

Железобетонные трубы и детали сооружений при перевозке должны закрепляться так, чтобы исключить их повреждение. Керамические и асбоцементные трубы для коллекторов надлежит перевозить в контейнерах (пакетах).

Погрузочно-разгрузочные и монтажные работы при строительстве крупных коллекторов производятся с помощью подъемных средств (автомобильных и тракторных кранов, погрузчиков и т. д.), снабженных стропами, крюками и клещевыми захватами, которые во избежание повреждения труб должны иметь мягкие накладки.

Доставка коллекторных труб и деталей сооружений на трассы осуществляется в зависимости от местных условий автотранспортом, на прицепах или лыжах. Трубы и детали сооружений раскладываются рядом с траншеей вне призмы обрушения.

При строительстве коллекторов большого диаметра на дне для укладки труб подготавливается ложе с учетом их диаметра.

В плотных и каменистых грунтах, где практически невозможно сделать ложе так, чтобы трубы прилегали плотно, его углубляют на 2—3 см и делают в него подсыпку из сыпучих материалов.

Опускание трубы в траншею производится вручную (когда применяются гончарные, керамические или асбоцементные трубы малых диаметров), при помощи автокрана или специального крана на гусеничном ходу, а чаще всего экскаватором, отрывающим траншею.

Герметизация стыков между трубами осуществляется по ходу укладки их в траншею и должна исключать проникновение грунта в коллектор в течение всего срока его службы.

Участки коллектора с уложенными трубами обычно контролируют на правильность выдерживания заданной глубины и уклона нивелиром или визирами (допустимые местные отклонения отметки дна от проектных ± 5 см); на прямолинейность — визирами (допустимые отклонения трубы от оси траншеи $\pm 1{,}5$ см); на качество укладки и стыковки — визуально, щупом, линейкой

(не допускаются зазоры в стыках без защиты фильтрующим материалом; поперечное смещение торцов труб должно быть не более $^1/_3$ толщины стенки трубы, а угловое смещение — не более 3° на 1 м длины).

Если глубина траншеи над коллектором из гончарных труб превышает 2 м, а для остальных труб — 3 м, делается присыпка их вручную (на 5 см выше труб) с послойной утрамбовкой грунта. Дальнейшая засыпка траншеи производится бульдозером.

При использовании для строительства коллекторов железобетонных труб их наружная поверхность покрывается антикоррозионными материалами. Для присыпки железобетонных труб используется грунт после снятия верхнего слоя.

Применение железобетонных труб без специальных средств защиты их от коррозии не допускается в следующих случаях: в торфяных почвах; в минеральных почвах, pH которых меньше 5; в почвах, грунтовые воды которых являются агрессивными по отношению к бетону и железобетону.

3.6. Способы контроля продольных уклонов дрен и оценка качества строительства

От степени соответствия фактических продольных уклонов и глубин закладки дренажных трубопроводов проектным в значительной мере зависят эксплуатационная надежность и работоспособность дренажной системы в целом.

Как установлено в процессе проведения контрольных нивелировок, одной из причин отклонения фактических отметок продольных уклонов дренажных трубопроводов от проектных является отсутствие оперативного предупредительного инструментального контроля, который должен проводиться с целью своевременного выявления причин нарушений технологического процесса.

Применяемые в настоящее время методы контрольных нивелировок не могут регулировать в полной мере качественные показатели технологического процесса.

На основании комплексных исследований, проведенных СевНИИГиМом и Ленинградским сельскохозяйственным институтом (ЛСХИ), разработан новый способ выполнения оперативных контрольных нивелировок с использованием нивелира-уклономера (рис. 30). Нивe-

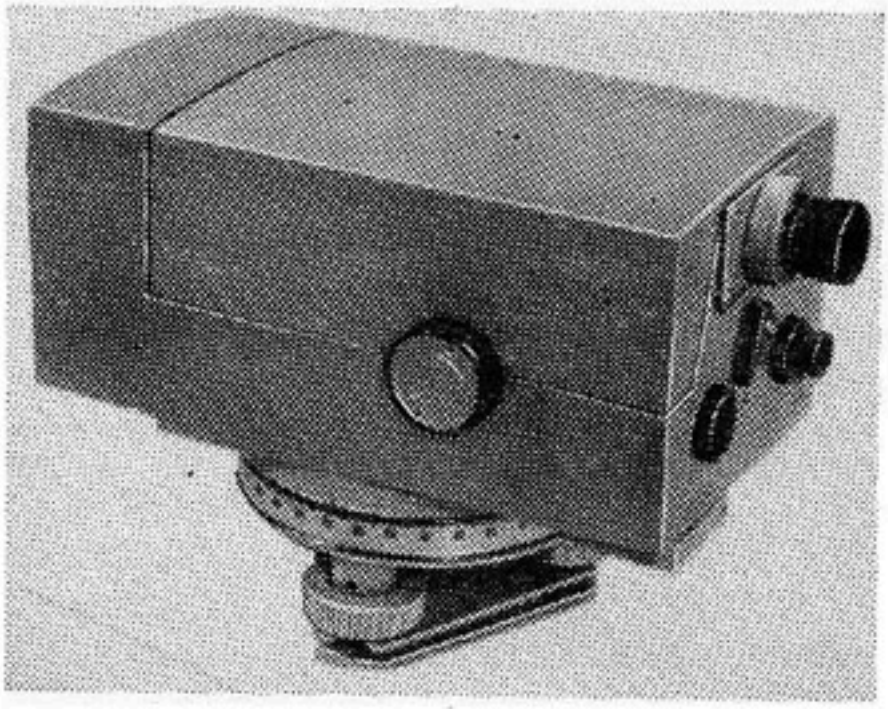


Рис. 30. Нивелир-уклономер

лир-уклономер устанавливают в начальной точке дрены, а на ее конце ставят вешку или рейку с меткой, соответствующей проектному уклону. На эту метку наводят визирную трубу геодезического инструмента и закрепляют ее в этом положении.

Прибор может применяться в качестве обычного нивелира с самоустанавливающейся линией визирования, а также как уклономер. Уклономером можно задавать и измерять наклон визирного луча. Для этого зрительная труба снабжена дополнительным объективом, ось которого расположена в одной горизонтальной плоскости с осью основного объектива. Перед дополнительным объективом прибора установлен уклономер в виде компенсатора, состоящего из неподвижного и подвижного клиньев. С последним жестко скреплена отсчетная шкала, изображение которой при помощи специального объектива и системы призм передается в поле зрения окуляра. Поворачивая подвижный клин со шкалой вокруг визирной оси, можно получить требуемый наклон визирного луча или, подводя изображение выбранного деления рейки к горизонтальной нити сетки, отсчитать по шкале величину наклона.

В комплекте с прибором использовалась нивелирная рейка, приспособленная как для непосредственного отсчета фактических отметок дна дренажных траншей, так и для определения отклонений фактических отметок

дна траншей от проектных. Для этого к рейке пристроена выдвижная пятка со специальной оцифровкой и дополнительной сантиметровой шкалой (длиной 40 см) с нулевым делением в центре. Эта шкала закрепляется при каждой установке инструмента на соответствующем отсчете по рейке, определяемом зависимостью $a = H_{г.и} - H_{пко} + i\Delta S - d_в$, где $H_{г.и}$ — горизонт инструмента на дистанции, см; $H_{пко}$ — проектная отметка в устье дрены, см; i — проектный уклон; ΔS — расстояние от нулевого пикета (ПК0) в устье дрены до инструмента, см; $d_в$ — внешний диаметр дренажных труб, см.

Дополнительная шкала нанесена на передвижную визирную мерку с устройством для точного совмещения нулевого деления с отсчетом на рейке. Рейка устанавливается через определенные промежутки на дно траншеи или на верхнюю кромку дренажных труб. Наблюдатель берет отсчеты, которые при соблюдении проектного уклона дна траншеи должны быть одинаковыми. В случае отклонения уклона выполненного дна от проектного отсчеты, взятые по рейке, могут быть использованы для определения величины этих отклонений.

Новый способ контрольного нивелирования является перспективным. По сравнению с существующим методом он имеет ряд преимуществ. Отпадает необходимость в наведении зрительной трубы нивелира при установке рейки на несколько точек и взятии на них отсчетов, если выполненный уклон соответствует проектному. Исключаются вычисления фактических отметок дна траншей для сравнения с проектными, так как это сравнение выполняется в процессе нивелирования. Нивелирная рейка может быть укреплена на заднюю лыжу трубоукладчика, движущегося по дну дренажной выемки. Дополнительное оснащение уклономера фоторегистрационным устройством позволит фиксировать отсчеты по рейке через определенные промежутки времени или в определенных точках.

Появляется возможность применения статистических методов контроля качества, обеспечивающих сокращение трудозатрат при гарантированном уровне надежности технологического процесса. Для этого разработана и освоена программа определения комплексных показателей точности прокладки коллекторно-дренажной сети по продольному уклону с использованием

ЭВМ. Качество прокладки дренажной линии определяется путем анализа вычисленных параметров:

$$m\Delta h_1 = \sqrt{\frac{\Sigma \Delta h_1^2}{n}};\ \Delta h = l_{уч}\Delta i,$$

где Δh_1 — разность между фактической и проектной отметками дна траншеи, см; $m\Delta h_1$ — среднеквадратическое значение этой разности, см; n — число замеров; $l_{уч}$ — длина анализируемого участка, см; Δi — разность между фактическим и проектным уклонами.

Как показывает анализ, полученные величины достаточно полно характеризуют точность прокладки дренажных трубопроводов. При их значительной протяженности желательно учитывать еще и фактический уклон отдельных участков траншеи, а также среднее отклонение фактической глубины от проектной. Чем ближе фактический уклон и глубина траншеи к проектным, тем выше качество траншеи.

Анализ полученных на ЭВМ параметров точности позволяет выявить причины нарушений технологического процесса при прокладке коллекторно-дренажной сети на объекте; определить конкретные мероприятия по их исключению при дальнейшем производстве работ; уточнить шаг контрольных нивелировок, что способствует повышению качества строительства и эксплуатационной надежности закрытых дренажных систем в целом.

Следует отметить, что внедрение вышеописанного способа выполнения оперативных контрольных нивелировок с использованием нивелира-уклономера и оценки качества прокладки дренажных линий с помощью ЭВМ позволяет сократить трудозатраты по геодезическому обеспечению строительства на 25—30 %.

При бестраншейной прокладке дренажных трубопроводов в настоящее время применяется оперативный контроль точности продольных уклонов с помощью нивелира и рейки, устанавливаемой на штанге, которая шарнирно крепится к корпусу трубоукладчика. Частота взятия контрольных отсчетов определяется величиной уклона дрены и гидрогеологическими условиями трасс.

Оценка качества строительно-монтажных работ при их приемке от исполнителей производится мастерами или производителями работ. При этом учитываются результаты контроля качества, который осуществляют представители технического надзора заказчика, автор-

ского надзора проектных организаций, строительных лабораторий и геодезических служб строительно-монтажных организаций, а также государственных и ведомственных органов контроля и надзора.

Оценка качества скрытых работ производится при их приемке техническим надзором заказчика с участием представителя подрядчика (мастера или производителя работ), а оценка работ по возведению ответственных конструкций, кроме того, с участием представителей авторского надзора.

Качество отдельных видов работ при приемке их от исполнителей оценивается:

«отлично» (5) — работы выполнены с особой тщательностью, мастерством и техническими показателями, превосходящими требуемые нормативными документами и стандартами, или при улучшении предусмотренных проектом эксплуатационных показателей без увеличения сметной стоимости соответствующих видов работ;

«хорошо» (4) — работы выполнены в полном соответствии с проектом, нормативными документами и стандартами;

«удовлетворительно» (3) — работы выполнены с малозначительными отклонениями от технической документации, согласованными с проектной организацией и заказчиком и не снижающими показателей надежности, прочности, устойчивости, долговечности, внешнего вида и эксплуатационных качеств.

Оценка качества строительно-монтажных работ по объекту в целом с учетом оценок отдельных видов работ определяется по формуле $K_{ср}=5P_5+4P_4+3P_3/(P_5+P_4+P_3)$, где P_5, P_4, P_3 — количество видов работ, получивших соответственно оценки «отлично», «хорошо», «удовлетворительно»; полученные средние значения округляются.

Проверка соответствия строительно-монтажных работ требованиям проекта, нормативным документам и стандартам должна осуществляться в зависимости от характера контролируемых параметров и требований инструментально (измерения, испытания) и визуально. Необходимость сплошной или выборочной проверки, объем и способы контрольных измерений и испытаний определяются исходя из требований нормативных документов и стандартов.

Существуют технические требования к производству работ при строительстве гончарного и пластмассового дренажа, определяемые строительными нормами и правилами (СНиП III-45—76):

сроки строительства дренажной сети на осушаемых землях должны назначаться такими, чтобы работы по устройству дренажа завершились к моменту подъема УГВ до отметок заложения труб, а также обеспечивались благоприятные гидрогеологические условия для производства строительных работ всей мелиоративной системы (п. 4.33);

строительство закрытого горизонтального дренажа должно осуществляться поточным методом, преимущественно с применением специальных дреноукладчиков, имеющих автоматические системы контроля уклона (п. 4.34);

строительство коллекторно-дренажной сети на землях с уровнем залегания грунтовых вод выше уровня дна дренажных траншей должно выполняться в такой последовательности: главный коллектор, его ветви и дрены, разработка дренажных траншей должна производиться от устья к истоку (снизу вверх) (п. 4.36);

в неустойчивых торфяных и песчаных грунтах закрытый дренаж следует выполнять, как правило, бестраншейным дреноукладчиком в периоды наиболее низкого стояния грунтовых вод. В водонасыщенных устойчивых грунтах допускается строительство дренажа с предварительным понижением УГВ. Дренажные трубки укладывают на стеллажи, конструкция которых определяется проектом (п. 4.37);

для обеспечения проектного профиля дна траншеи поверхность трассы на ширину 4 м должна быть выровнена, чтобы не было недопустимых наклонов дреноукладчика (п. 4.39);

транспортирование керамических дренажных труб и синтетических защитных материалов к месту их укладки следует выполнять согласно требованиям действующих ГОСТов на эти материалы (п. 4.40);

керамические трубы перед укладкой в траншею должны быть освидетельствованы для проверки соответствия их требованиям ГОСТа на изготовление этих труб; трубы не должны иметь трещин и отколов и при простукивании должны издавать чистый, не дребезжащий звук (п. 4.44);

при укладке керамических дренажных труб применяются соединительные перфорированные пластмассовые муфты; укладка керамических труб без водоприемных отверстий должна производиться с зазором между их торцами не более 2 мм, если другие зазоры не установлены проектом (п. 4.43);

обмотку асбоцементных труб фильтрами из минеральных волокнистых материалов следует производить централизованно; фильтры для предохранения от повреждений снаружи должны быть защищены стеклотканью, мешковиной и т. д. (п. 4.41);

при глубине траншеи, превышающей возможности дреноукладчика, делается «корыто» шириной по дну 4 м или этот участок траншеи выполняется одноковшовым экскаватором (п. 4.44);

при обратной засыпке траншей во избежание повреждений дренажных труб и их смещения должна осуществляться предварительная засыпка труб вручную слоем грунта толщиной до 20 см (п. 4.45).

4. ОСОБЕННОСТИ ПРОИЗВОДСТВА ДРЕНАЖНЫХ РАБОТ В СЛОЖНЫХ ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ

4.1. Прокладка коллекторно-дренажной сети в минеральных неустойчивых грунтах

Технологические особенности прокладки дренажной сети. Практика показывает, что при прокладке дренажных трубопроводов в неустойчивых грунтах наблюдается интенсивное обрушение профиля траншей. При этом деформируемая грунтовая масса смещает дренажные трубы, в результате снижаются надежность защиты их фильтрующими материалами и качество выполнения первичной присыпки дренажных линий, усложняется выполнение других технологических операций.

В зависимости от условий протекания процесса прокладки дренажных трубопроводов в неустойчивых грунтах можно условно выделить три основные группы объектов строительства по сложности производства дренажных работ, которые определяются следующими показателями: уровнем грунтовых вод, параметрами фильтрационных деформаций в околодренной зоне, коэффи-

циентом по грунту, показателями гранулометрического состава грунта.

Анализируя показатели объектов по группам сложности, можно сформулировать основные требования к конструкциям дрен и технологическому процессу формирования дренажных трубопроводов в неустойчивых грунтах.

Для объектов первой группы сложности: присыпка дрен на высоту 20—25 см выполняется присыпателями активного действия; разрыв в выполнении операций по укладке труб в ЗФМ не допускается; операции по точной стыковке труб на дне траншеи должны быть механизированы.

Для объектов второй группы сложности: сборка дренажных трубопроводов производится через бункер трубоукладчика в зоне выше уровня грунтовых вод; обертка труб производится одной лентой прочного ЗФМ с образованием цилиндрической оболочки по всей длине дрены; операции по укладке керамических труб, обкладке их прочными рулонами ЗФМ или соединению пластмассовыми муфтами и первичной присыпке выполняются в едином цикле; присыпка осуществляется на высоту 35—45 см в зависимости от УГВ присыпателями активного действия; в зоне деформаций профиля траншеи выполнение ручных операций не допускается.

Для объектов третьей группы сложности: при траншейном и узкотраншейном способах строительства коллекторов и дрен-осушителей необходимо выполнить предварительное понижение УГВ. Затем технологический процесс осуществляется так же, как у объектов первой и второй групп сложности.

В процессе производства дренажных работ в водонасыщенных грунтах строителям приходится выполнять водопонижение по трассам коллекторно-дренажной сети, осуществляя таким образом обезвоживание полости разрабатываемых траншей, что способствует повышению производительности дренажных бригад и улучшению качества строительства.

Простым и доступным способом понижения УГВ является предварительное осушение массива путем устройства сети осушительных каналов. Но не во всех встречающихся в практике случаях этот способ применим, поскольку требует устройства частой и глубокой сети каналов и длительного времени для понижения УГВ на расчетную величину.

При соответствующем технико-экономическом обосновании для искусственного водопонижения при прокладке дренажа в песчаных грунтах могут применяться отечественные легкие иглофильтровые установки типа ЛИУ-6Б. Производительность ЛИУ-5 по воде составляет 140 м³/ч, высота всасывания — до 8 м, водный напор — 35 м. Установку целесообразно применять при осушении грунтов с коэффициентом фильтрации 2—40 м/сут.

При осушении мелкозернистых грунтов с коэффициентом фильтрации 0,05—1 м/сут, в отдельных случаях до 10 м/сут, может успешно применяться легкая иглофильтровая установка вакуумного водопонижения УВВ-2. Производительность по воде может достигать 43 м³/ч, по воздуху — 29,5 м³/ч. Общая длина иглофильтров принимается не более 7,5 м.

Расчет параметров присыпки дренажных труб. Для обоснования оптимальных конструкций и рациональной технологии прокладки коллекторно-дренажной сети необходимо располагать аналитическими зависимостями для прогнозирования и оценки общей устойчивости бортов выемки и интенсивности деформации ее профиля.

Расчет устойчивости откосов различных земляных сооружений проводится по зависимостям теории предельного равновесия. В этой теории грунт рассматривают как сплошную несжимаемую среду, устойчивость которой может нарушаться одновременно по всей плоскости сдвига. При этом в расчетах не учитываются фильтрационные силы, являющиеся причиной появления в процессе отрывки траншей опасных зон выпора грунта. Чтобы учесть фильтрационные силы, необходимо в расчетные зависимости вводить предварительно найденную функцию, описывающую фильтрационный поток в теле дренажной выемки. Однако представить такую функцию в удобной для инженерных расчетов аналитической форме практически невозможно.

Для оценки устойчивости и выявления характера возможных деформаций профиля траншеи целесообразно прибегнуть к дискретному решению задачи.

Для определения величины и направления действия фильтрационных сил по контуру дренажной выемки при различных УГВ применяют метод электрогидродинамических аналогий (ЭГДА), позволяющий моделиро-

вать решение уравнения Лапласа для фильтрующей области и с достаточной точностью определять значения выходных градиентов $I_в$ в любой ее точке. $I_в$ характеризует гидродинамическое давление по контуру вырываемой траншеи.

По данным натурных наблюдений устанавливаются фактические границы зон выпора грунтовой массы по высоте откосов траншеи в зависимости от физико-механических свойств грунтов, УГВ и способов разработки дренажной выемки. Экспериментальным путем определяют значения контролирующих градиентов напора $I_к$. В зоне фильтрации по контуру разрабатываемой траншеи, где выходные градиенты напора превышают значения контролирующих, т. е. $I_в > I_к$, можно ожидать внезапного разжижения и выпора грунтовой массы и сравнительно быстрой потери устойчивости откосов выемки, что приводит к нарушению точности укладки дренажных труб и ЗМФ.

Работа по установке ЭГДА заключается в следующем. Заранее спроектированную и изготовленную из электропроводящей бумаги модель помещают в пневматический футляр, где она под давлением надежно прижимается резиновой подушкой к электропьезометрам контактно-измерительного устройства. Коэффициентам фильтрации соответствуют коэффициенты электропроводности. После того как на модели был задан необходимый электрический режим, соответствующий граничным условиям, снимаются значения потенциалов. При этом поперечный профиль траншеи (щели) фильтрует по всей высоте ниже УГВ. Это соответствует реальной картине: при быстром раскрытии выемки рабочими органами экскаваторов-дреноукладчиков происходит значительное запаздывание снижения УГВ.

В масштабных координатах на рис. 31 построены экспериментальные кривые, характеризующие интенсивность фильтрационных сил по значениям выходных градиентов при УГВ, равном 50, 100 и 130 см. Кривые *I* и *II* характеризуют значения выходных градиентов по откосу траншеи в случае совпадения верхней границы водоупорного слоя с основанием траншеи. Кривая *III* характеризует интенсивность фильтрационных сил при глубоком залегании водоупорного слоя.

В инженерной практике значение допустимого (контролирующего) градиента $I_к$ определяется по фор-

мулам, где его величина является функцией только плотности и пористости грунта: $I_к = (\gamma_у - 1)/(1+n)$ или $I_к = (\gamma_у - 1)(1-\varepsilon)$, где n — пористость грунта; $\gamma_у$ — плотность, г/см³; ε — коэффициент пористости.

В гидротехническом строительстве значения контролиру-

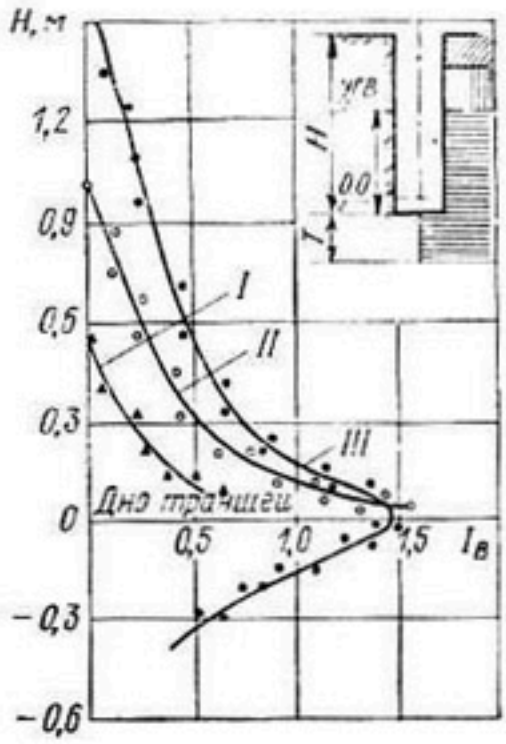


Рис. 31. Зависимости параметров зон выпора грунта от уровня грунтовых вод и значений выходных градиентов: *I* — $H = 0{,}5$ м; $T = 0$; *II* — $H = 1$ м; $T = 0$; *III* — $H = 1{,}3$ м; $T = 0{,}3\ H$

ющего градиента принимаются по данным обработки широкого статистического материала по конкретным находящимся в эксплуатации сооружениям.

Прокладки коллекторно-дренажной сети при строительстве закрытых осушительных систем имеют свои специфические особенности. Анализ результатов определения значений контролирующих градиентов для песчаных грунтов показывает, что они дают результаты, завышенные на 50 % по сравнению с натурными данными.

При вскрытии водоносного пласта в песчаных грунтах значения контролирующих градиентов целесообразно определять с помощью предложенной автором степенной функции $I_к = 0{,}62 d_{50}^{0,2}$, где d_{50} — 50%-ный диаметр частиц песчаного грунта (диаметр частиц, меньше которых в грунте содержится 50 % по массе).

Высокие выходные градиенты фильтрационного напора вызывают разжижение и интенсивный выпор грунтовой массы, обрушение откосов траншей. В придренной зоне отмечено увеличение объемной массы песчаных грунтов по сравнению с материковым фоном, видимо, за счет интенсивного перемещения мелких пылеватых частиц. Отмеченное явление подтверждается показателями гранулометрического состава грунта в образцах, взятых непосредственно у дренажных труб (в 5—10 мм

от их кромок) по истечении 1—2 сут после укладки дренажных трубопроводов.

Приведенный выше анализ гидродинамической картины околодренной зоны при различных УГВ позволяет конкретно подойти к расчетному обоснованию основных параметров присыпки-фильтра. Анализируя расчетную схему (рис. 32),

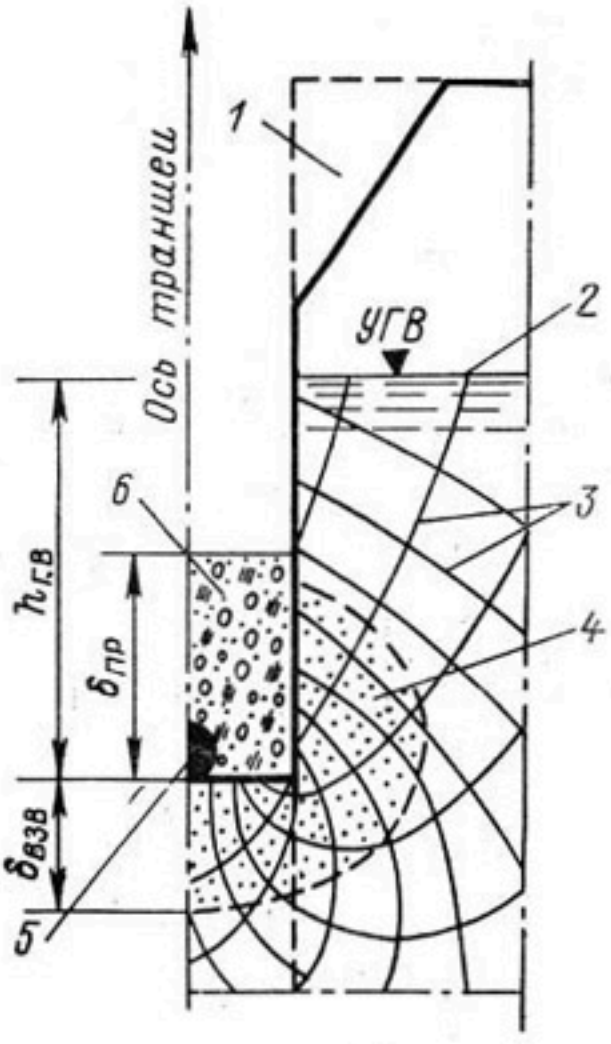


Рис. 32. Схема к расчету параметров присыпки (пригрузки) дрен:
1 — срезанная бровка траншеи; *2* — уровень грунтовых вод; *3* — линии тока и эквипотенциали (ЭГДА); *4* — зона возможного выпора грунта; *5* — дрена; *6* — слой присыпки

нетрудно убедиться, что во время строительства гидродинамические условия по контуру вскрываемой экскаватором-дреноукладчиком траншеи аналогичны условиям низовых откосов земляных плотин при быстром понижении горизонта воды в нижнем бьефе. При этом образующий околодренную зону насыпной грунт первичной присыпки находится в тех же условиях, что и обратные фильтры земляных плотин. Очевидно, высота присыпки должна обеспечить достаточное перекрытие верхней границы зоны *4*, где возможны выпор грунтовой массы и опасное перемещение мелких частиц грунта. Одновременно объемная масса насыпного грунта в придренной зоне должна обеспечить достаточную пригрузку, исключающую возможный выпор грунта в основании траншеи.

Исходя из последней предпосылки высота слоя присыпки дрены определяется следующей зависимостью: $\delta_{пр} = \delta_{взв}\ (\gamma_{взв}/\gamma_{пр})$, где $\delta_{взв}$ — высота слоя грунта во взвешенном состоянии, см; $\gamma_{взв}$ — объемная масса взвешенного грунта в зоне основания траншеи, кг/см^3; $\gamma_{пр}$ — объемная масса грунта присыпки, кг/см^3.

Подставляя в формулу значения объемной массы насыпного грунта, получим минимальное значение высоты слоя присыпки. Исходя из условия исключения выпора грунта в основании траншеи, получим:

$$\delta_{пр} \geqslant 2\delta_{взв} \frac{\gamma_{взв}}{\gamma_{пр.\,взв} + \gamma_{пр.\,сух}},$$

где $\gamma_{пр.\,взв}$ и $\gamma_{пр.\,сух}$ — объемная масса насыпного грунта соответственно во взвешенном и сухом состоянии.

К структурному составу присыпки в рассматриваемых условиях предъявляются особые требования.

В контактной зоне присыпки и материкового грунта в первоначальный период снижения УГВ должно произойти относительно устойчивое сводообразование, исключающее сквозную фильтрацию и интенсивное истечение грунтовой массы непосредственно к водоприемным отверстиям труб или к ЗФМ. Поэтому крупные поры фильтрационных ходов, образованных крупноглыбистой структурой грунта присыпки, не дают образовываться устойчивым сводам в контактной зоне.

Механизация процесса присыпки дрен. Изучение процесса механизированной присыпки дренажных трубопроводов проводилось путем анализа трех основных технологических схем на опытно-производственных участках Ленинградской области (1978—1980).

По первой технологической схеме (ТС-1) выполнение операций по отрывке траншей, укладке дренажных труб и первичной присыпке дрен осуществлялось в едином технологическом цикле. Присыпатель с активным рабочим органом агрегатируется с траншейным экскаватором-дреноукладчиком ЭТЦ-202А.

По второй технологической схеме (ТС-2) первичная присыпка осуществляется после отрывки траншеи и укладки дренажных труб присыпателем, агрегатируемым с трактором ДТ-75М.

За базовый вариант принята применяемая в практике технологическая схема ТС-3, при которой дрены присыпает гумусным слоем, срезаемым вручную (лопатой), рабочий-землекоп.

Технологическая схема ТС-1 при траншейном и узкотраншейном способах строительства имеет лучшие технико-экономические и качественные показатели технологического процесса присыпки (табл. 27). При высоте слоя присыпки 28—34 см производительность агре-

27. Основные показатели технологических схем

Показатель	ТС-1	ТС-2	ТС-3
Ширина захвата агрегата, м	136	120	90
Ширина траншеи, см	50	50	50
Глубина срезки бровок, см	34	34	25
Высота присыпки дрен, см	28—34	28—35	20—25
Производительность агрегата, м/ч:			
за час чистой работы	112	1360	52
за час эксплуатационного времени	34	950	32
Трудозатраты, чел.-ч на 1 км	6	1	31
Коэффициент использования рабочего времени	0,75	0,72	0,67
Выход грунта фракций 0,25—1,0 мм, %	77	54	38

гатов за час эксплуатационного времени составила 84—104 м, коэффициент использования рабочего времени — 0,75—0,8. Поскольку на техобслуживание и настройку присыпателя в процессе работы затрачивается помощником машиниста экскаватора-дреноукладчика не более 2 ч за смену, трудозатраты на 1 км дрен составляют всего 4—6 чел.-ч, что в 5—7 раз меньше, чем при ручной присыпке.

Раздельная технология присыпки (ТС-2) при использовании присыпателя на тракторе ДТ-75М, несмотря на сравнительно высокую производительность агрегата (до 950 м/ч), не обеспечивает своевременную присыпку дрен, исключающую выпор и оплывание грунтовой массы в околодренной зоне. При этом за счет мелкого крошения гумусного слоя грунта выход расчетной фракции 0,25—1,0 мм имеет заниженное значение, не превышающее 54 %.

Технологическая схема ТС-3 отличается значительными затратами ручного труда — до 31 чел.-ч на 1 км дрен — и низкими качественными показателями.

Как показали наблюдения, при высоком УГВ (0,5—0,8 м) процесс деформации профиля траншеи происходит в две фазы. Вначале за счет выпора грунта в нижней части траншеи обрушивается та часть стенки, которая находится ниже уровня грунтовых вод, а затем верхняя часть, представляющая собой грунтовую консоль.

В пределах глубины разработки траншеи многоковшовым экскаватором прочностные характеристики грунта существенно зависят от его влажности. С ее увеличением уменьшаются сцепление грунта и коэффициент внутреннего трения. Следовательно, чем выше УГВ по трассам дрен, тем больше интенсивность и объемы обрушения по профилю выемки.

В песчаных грунтах интенсивное обрушение при УГВ 0,7—0,8 м начинается в момент вскрытия траншеи. Обрушение грунта стенок траншеи приводит к зажиму бункера трубоукладчика. Его можно избежать, если рабочая скорость будет достаточна для того, чтобы бункер в процессе движения выходил из зоны обрушения до начала обрушения, т. е. поступательная скорость дреноукладчика должна быть соизмерима со скоростью обрушения.

4.2. Подготовка коллекторно-дренажной сети в торфяных залежах, каменистых и пучинистых грунтах

Подготовка трасс в торфяных залежах. Предварительное осушение торфяной залежи позволяет резко повысить эффективность технологического процесса строительства закрытых осушительных систем на болотных массивах.

Эффективность предварительного осушения торфяников определяется устойчивостью вертикальных откосов и сохранностью свободной полости траншеи, что в свою очередь обеспечивает отвод грунтовых вод и понижение их уровня в заданный период. Устойчивость вертикальных откосов траншей, отрываемых в водонасыщенных торфяных грунтах, определяется в основном их высотой.

Максимально допустимая высота вертикального откоса траншей определяется по формуле (В. Ф. Карловский, Г. В. Рудаковский)

$$h_{\text{макс}} = \frac{2\tau_{\text{в}}(95 - 0{,}2R)}{\gamma W(5 + 0{,}2R)},$$

где $\tau_{\text{в}}$ — наиболее вероятное значение прочности торфа, соответствующее полной его влагоемкости при данной степени разложения, кПа; W — весовая влажность залежи, при которой определяется ее прочность, %; R — степень разложения торфа, %; γ — объемная масса торфа, г/см³.

С увеличением степени разложения прочность торфа $\tau_в$ и максимальная высота откоса $h_{макс}$ снижаются. Для предварительного осушения низинных болот в зависимости от состояния торфяной залежи она должна быть не более 3,5 м.

По данным А. С. Аргаряна, существует следующая зависимость прочности низинного торфа $\tau_в$ от степени его разложения R:

R, %	$\tau_в$, кПа
5—15	11,0
15—25	13,5
25—35	16,0
35—40	14,5
40—45	14,0
45—60	13,0

Проходимость многоковшовых экскаваторов-дреноукладчиков на неосушенных торфяно-сапропелевых залежах крайне затруднена из-за высокого уровня стояния грунтовых вод. Сопротивление сдвигу грунта в верхнем слое колеблется обычно в пределах от 2 до 7 кПа.

Для того чтобы установить влияние УГВ на качество дренажа, с точки зрения точности выполнения уклона дрен и производительности строительства дренажа, в Литовской ССР проведены исследования, представляющие практический интерес.

Осушалось торфяное болото с напорно-грунтовым водным питанием и мощностью торфяного слоя 0,4—1,6 м; ниже залегал слой известковых сапропелей мощностью до 6,0 м.

Чтобы повысить прочность болотных грунтов, создав тем самым хорошие условия для работы многоковшовых экскаваторов, на опытной площади УГВ понизили с помощью временных траншей.

За счет сброса избыточных вод временными траншеями спустя 60 сут произошла осадка поверхности залежи (до 90 % от общей осадки), и УГВ окончательно установился равным 70—185 см. А. М. Шапошниковым выработаны критерии проходимости, применяемые для мелиоративных дреноукладчиков (табл. 28).

Причины выхода дренажа из строя. Распространенной причиной выхода из строя дренажных систем является закупорка дрен частицами гидроокиси железа (за-

28. Критерии проходимости машин на гусеничном ходу

Степень проходимости болот	УГВ, см	Пределы сопротивления грунта сдвигу в 30-сантиметровом слое, кПа
Непроходимое	0—50	5—12
Труднопроходимое	50—70	13—15
Проходимое	70—90	16—19
Надежно проходимое	Более 90	Более 20

охривание), выпадающими в дренаж из грунтовых вод. На отдельных системах это явление представляет бо́льшую опасность, чем обычное заиление.

Возможные способы борьбы с закупоркой дренажа железистыми соединениями делятся на профилактические (направлены на недопущение накопления осадка в реках) и эксплуатационные (удаление отложившегося осадка).

Предложенная классификационная схема (Б. С. Маслов, 1972) мероприятий по предотвращению заиления дренажа позволяет выделить возможные профилактические способы борьбы с отложениями железа (рис. 33):

очистку грунтовых вод от закиси железа;

создание условий, при которых поступающая в дрены закись железа будет выпадать в осадок уже в каналах (реках);

обеспечение условий для выноса водой выпадающего в дренах железистого осадка.

Отечественная и зарубежная практика строительства дренажа свидетельствует о сложности борьбы с процессом образования железистых отложений. Вместе с тем уже сейчас можно рекомендовать некоторые мероприятия по борьбе с заохриванием.

Внесение извести в дренажные траншеи (известь вносится на дно траншеи и в грунт при ее засыпке) оказывается весьма эффективным. Иногда применяют жженую известь из расчета 2 кг/м. Известь вносят в траншею после предварительной засыпки дрен слоем гумусированного грунта.

В качестве ингибиторов могут использоваться и другие материалы. Есть опыт использования фосфорсодержащих топочных шлаков, защищающих дрены от заиления продуктами суффозии и химическими осадками.

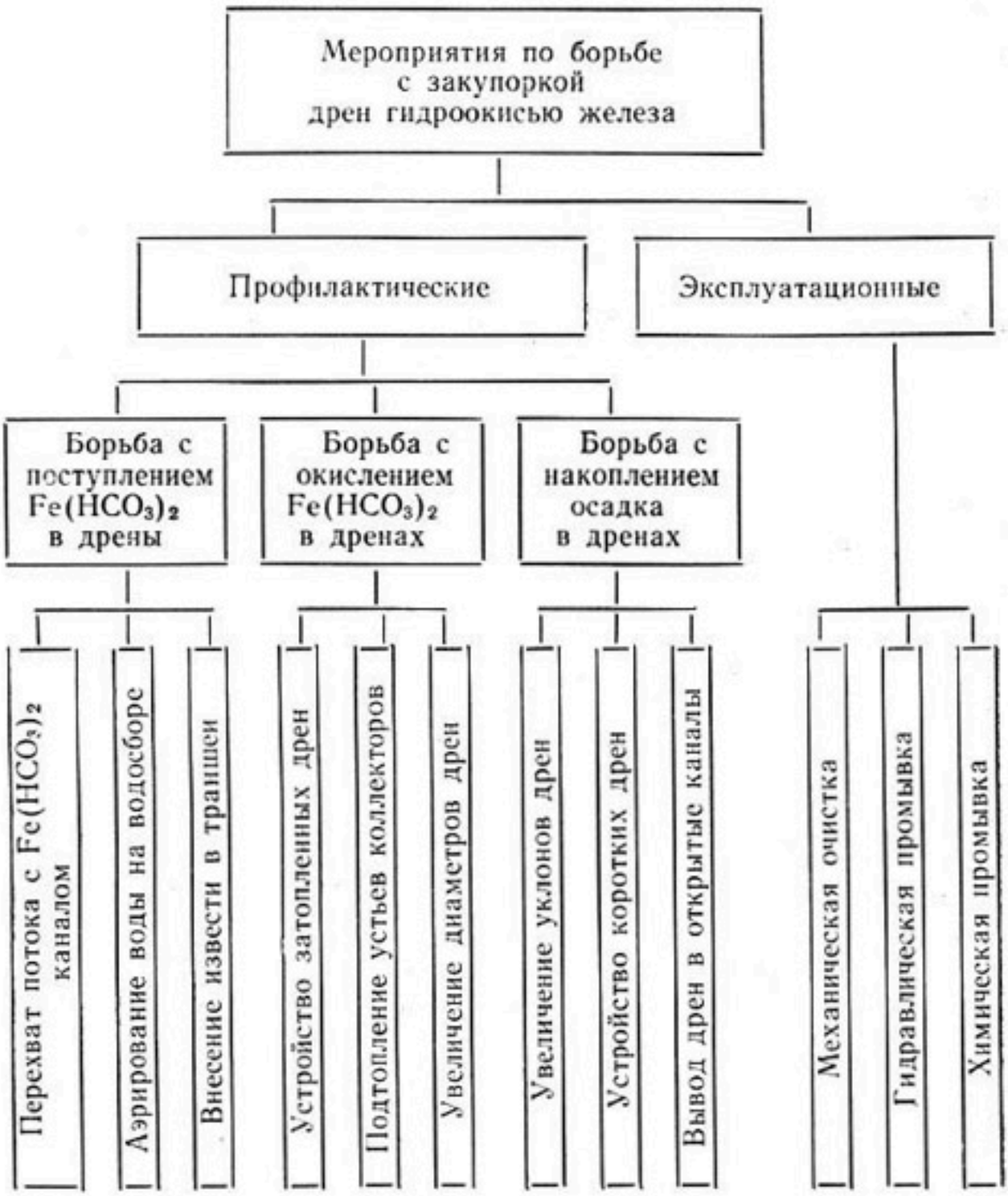


Рис. 33. Блок-схема мероприятий по борьбе с закупоркой дрен гидроокисью железа

Применяют также гипс или смесь извести с гипсом (в сильнокислых грунтах).

На интенсивность заохривания дрен оказывают влияние материал дренажных труб, фильтров, конструкция дренажной арматуры (устья, колодцы с отстойниками и т. д.).

Важным фактором в профилактике закупорки дрен железом является высокое качество производства дренажных работ (прежде всего исключение участков дре-

нажных линий с обратными и нулевыми уклонами, выдерживание нормированных зазоров в стыках дренажных труб и применение соответствующих ЗФМ). Засыпка дрен должна осуществляться сразу же после вскрытия дренажных траншей (щелей) и укладки труб. Первичную присыпку дренажных трубопроводов целесообразно производить хорошо разрыхленным структурным гумусированным слоем грунта, обеспечивающим определенную плотность в околодренной зоне. В этой связи эффективно применение присыпателей с активными рабочими органами.

Предварительные экспериментальные исследования дают основания считать, что некоторые виды ингибиторов могут быть введены и защищены от интенсивного выноса грунтовыми водами путем введения их в состав быстротвердеющих карбамидных пенопластов.

Существенного уменьшения заохривания дренажа в песчаных грунтах можно достичь путем обсыпки дренажных трубопроводов из керамических труб древесными опилками, щепой. Эффективна систематическая промывка дренажных линий, в которых наблюдаются отложения железистых наносов.

В технологическом плане в рассматриваемых условиях обычно соблюдают следующие требования.

Укладывают трубы с величиной зазоров в стыках не более 1,5 мм, так как неплотное стыкование труб способствует проникновению в полость дрены кислорода и повышению интенсивности осаждения окисных соединений железа. Укладывают дрены в траншеи (щели) одновременно с их разработкой. Присыпают дрены сразу после укладки труб, что исключает аэрацию и смещение защитного материала.

Предварительно устраивают ловчие каналы для перехвата грунтовых вод с высоким содержанием растворенных соединений железа, поступающих с близлежащих площадей, причем родниковые воды с повышенным содержанием железа отводят самостоятельным дренажем.

Особенности прокладки дренажа на пучинистых грунтах. К гидромелиоративным сооружениям, возводимым на пучинистых грунтах, предъявляются особые требования.

Обычно к пучинистым грунтам оснований гидромелиоративных сооружений относят такие грунты, которые обладают свойством увеличиваться в объеме при

промерзании: мелкие и пылеватые пески, супеси, суглинки и глины, а также другие грунты с содержанием в виде заполнителя частиц размером менее 0,1 мм в количестве более 30 %, промерзающие в условиях повышенной влажности.

При строительстве сооружений на закрытых осушительных системах в зоне пучинистых грунтов применяют инженерно-мелиоративные и инженерно-строительные мероприятия.

При проектировании на пучинистых грунтах мелиоративных сооружений из сборных и сборно-монолитных элементов особое внимание следует обращать на разработку конструкций надежных и долговечных стыковых и замковых соединений, не препятствующих деформации под действием сил морозного пучения грунтов.

Из инженерно-мелиоративных мероприятий, предотвращающих разрушение конструкций под воздействием сил, вызванных пучением грунта, применяют предварительное осушение грунтов-оснований в зоне сезонного промерзания.

К инженерно-строительным мероприятиям, обеспечивающим повышение устойчивости сооружений мелиоративных систем против сил морозного пучения грунтов, относятся:

повышение общей пространственной жесткости сооружения, достигаемое применением объемных конструкций.

увеличение межузловой гибкости сооружения, достигаемое применением гибких и разрезных конструкций.

Особенности прокладки коллекторно-дренажной сети в каменистых грунтах. Возрастающие объемы мелиоративного строительства требуют введения в сельскохозяйственное освоение закустаренных, залесенных и засоренных камнем земель. Особенно много каменистых почв в Северо-Западном и Центральном районах, на севере Волго-Вятского и Уральского районов. Степень каменистости в значительной мере влияет на работу землеройных машин; при повышенной каменистости резко сокращается выработка, увеличиваются простои в связи с уборкой камней из траншей и возможными поломками механизмов. Способ определения каменистости почвы приведен в табл. 29.

При наличии в почвогрунте по трассам коллекторно-дренажной сети свыше 1 % включений полускрытых

29. Способ определения каменистости почвы

Каменистость		Количество валунов на 100 м траншеи при размере валунов в поперечнике, м					
м³/га	%	0,1	0,2	0,4	0,6	0,8	1,0
10	0,1	100	12	2	0,5	0,1	0,1
30	0,3	300	37	4	1	0,5	0,3
50	0,5	500	62	7	2	1	0,5
100	1,0	1000	120	15	5	2	1
200	2,0	2000	250	30	9	4	2

и скрытых камней (валунов) средним размером в поперечнике 0,3—0,6 м отмечается значительное снижение эксплуатационной производительности траншейных экскаваторов-дреноукладчиков (на 43—55 %). Простои машин определяются временем, затрачиваемым на извлечение камней дренажной бригадой и устранение поломок рабочего органа дреноукладчика. Кроме того, в данных условиях снижается точность укладки дренажных труб и ЗФМ. Производственный опыт показывает, что при каменистости более 2—3 % целесообразно переходить на разработку траншеи экскаватором циклического действия со специально оборудованными ковшами с боковым выбросом грунта.

На объектах Ленинградской области внедрена технологическая схема строительства дренажа с предварительным прохождением по трассам различных камнеподъемников-рыхлителей и последующей доработкой траншей экскаваторами-дреноукладчиками ЭТЦ-202А. При разработке траншеи трактор, на котором смонтирован камнеподъемник-рыхлитель, движется по оси дренажной трассы с заглубленным рабочим органом, разрыхляет грунт, извлекает и отодвигает в сторону камни. При этом образуется расчищенная трасса шириной 2,5—3,0 м, на которой по обычной технологии осуществляется формирование дренажных трубопроводов.

4.3. Технологические особенности производства дренажных работ в зимнее время

Выбор объектов и организация зимнего строительства дренажа. Одним из резервов повышения годовой

выработки мелиоративной техники является организация производства работ в зимнее время.

Строительство мелиоративных систем в зимнее время практически означает переход на круглогодовой режим работ, что способствует увеличению годовых объемов работ, снижению текучести кадров, повышению их квалификации.

Объемы работ, выполняемые в зимний период в Нечерноземной зоне РСФСР, постоянно возрастают, что подтверждается результатами работы ряда объединений Северо-Западного и Центрального районов (Ленмелиорация, Псковмелиорация, Мосмелиорация). Если в этих объединениях техника используется относительно равномерно в течение года, то в большинстве мелиоративно-строительных организаций одноковшовые экскаваторы загружены в зимний период на 60—70 %, многоковшовые — на 15—20 %. При этом сменная выработка на механизмы уменьшается соответственно в 1,25—1,3 и 1,5—2 раза по сравнению с выработкой летом. Опыт передовых производственных организаций свидетельствует о том, что в зимний период работы по строительству осушительных систем могут выполняться более эффективно. Так, в Ленинградской области сменная выработка передовых дренажных звеньев составляет зимой 400—500 м, что соответствует нормам выработки летнего периода.

Распространение передового опыта и результатов научных исследований по производству мелиоративных работ в зимних условиях является одним из эффективных путей повышения наработки мелиоративной техники, роста объемов работ.

В план зимних работ целесообразно включать закрытые дренажные системы, если:

выполнение земляных работ на них в летний период затруднено из-за высокого стояния грунтовых вод и низкой несущей способности грунтов;

они расположены на торфяно-болотных или минеральных несвязных почвогрунтах (супесчаных и песчаных) с плотной дерниной, покрытых лесокустарниковой растительностью;

работы ведутся на почвогрунтах с каменистостью не более 10 м³/га и в торфяниках, в которых отсутствует крупная погребенная древесина;

участки строительства расположены недалеко от

центральных баз строительных организаций или вблизи дорог с твердым покрытием.

В период подготовки к строительству инженерно-технические работники на основании изучения технорабочих проектов, объектов мелиорации в натуре, а также данных мелиоративно-строительного графика намечают мероприятия по защите трасс выемок от глубокого промерзания, уточняют очередность выполнения работ, границы пусковых комплексов, графики передвижения техники и специализированных бригад, определяют места строительства бытовых помещений, площадок для складирования материалов, пунктов подогрева воды и т. д.

Зимнее строительство закрытого дренажа выполняется по специальным технологическим схемам, определяющим способ производства работ и последовательность их выполнения. Технологические схемы определяются условиями производства работ, составом вспомогательных и дреноукладочных машин, применяемыми дренажными материалами или конструкциями и включают подготовительный, основной и заключительный циклы.

Подготовительный цикл дренажных работ включает комплекс работ, направленных на подготовку трасс дрен и коллекторов к выполнению основного цикла — укладки дренажных трубопроводов.

Культуртехнические мероприятия при подготовке зимних дренажных трасс заключаются в срезке и сгребании надземной части древесной растительности, извлечении и вывозке камней.

При выборе способа и комплекса машин для подготовительных работ крайне важно установить оптимальные сроки проведения работ. В связи с этим необходимо провести анализ климатических особенностей района строительства.

Особенности культуртехнических подготовительных работ. Анализ природно-климатических условий Нечерноземной зоны РСФСР показал, что благоприятным для проведения здесь культуртехнических мероприятий при прокладке трасс под зимний дренаж является достижение средней глубины промерзания 20—30 см.

Сравнительно умеренный климат зоны позволяет повсеместно проводить культуртехнические работы при подготовке трасс.

Выбор технологических схем и комплекс машин для подготовки трасс под зимний дренаж обусловливается наряду с климатическими особенностями зоны мелиорации видом древостоя, характером закамененности и наличием механизированных средств.

Для удаления древесной растительности при подготовке дренажных трасс в основном используются технологические способы, основанные на применении бульдозеров, кусторезов и корчевателей. Для сплошной и полосной расчистки площадей чаще используется схема кустореза с фронтальным расположением пассивного рабочего органа. Неподвижно укрепленный на базовой машине нож срезает древесную растительность при поступательном движении агрегата, обеспечивая ему свободный проход.

При срезке древесной растительности незначительной густоты с диаметром стволов до 10—12 см сгребание обычно производится в кучи, а при густом кустарнике и наличии большого количества деревьев — в валы за пределами трасс.

Опыт показывает, что при невысоком древостое полнота срезки не обеспечивается. Бульдозеры в ряде случаев, не срезая, приминают кустарник, что в дальнейшем затрудняет работу дреноукладочных машин.

При незамерзшей почве 30—32% кустарника и мелколесья вырывается с корнями, при глубине же промерзания почвы до 5—6 см — 10—15%, а при глубине до 10—15 см вырываются лишь отдельные деревья.

При температуре воздуха —5 °С и высоте снежного покрова 0,15—0,20 м и более качество срезки в целом удовлетворительное, причем чем плотнее снежный покров, тем выше полнота срезки.

При определении сроков проведения работ с использованием кусторезов основным ограничивающим фактором является проходимость базового трактора. Таким образом, при высоте снежного покрова, не затрудняющей работу машины, кусторез можно использовать в течение всего зимнего периода.

Производственным опытом доказана возможность расчистки дренажных трасс в зимнее время также корчевателями. При этом необходимо знать пределы эффективного использования корчевателей в зависимости от высоты снежного покрова и глубины промерзания. Существенно влияние глубины промерзания на качест-

венные показатели работы корчевателей. При изменении глубины промерзания на 10 % происходит уменьшение полноты корчевки примерно на 20—30%, но зато снижается вынос земли, причем весьма существенно.

Возможности механизации подготовительных работ перед прокладкой зимнего дренажа не ограничиваются применением бульдозеров, корчевателей и кусторезов. Перспективным является введение в технологическую схему производства работ операции фрезерования, что позволяет также создавать на определенное время тепловую защиту трассы слоем расфрезерованной древесины, не содержащей примеси земли.

Для срезки мелкого кустарника диаметром хлыстов до 5 см перспективно использование на подготовительных работах в зимнее время кусторезов с комбинированным рабочим аппаратом, состоящим из приемной камеры, с обеих сторон которой имеются две дисковые пилы диаметром 0,8 м. За ними с некоторым перекрытием установлена фреза диаметром 0,6 м с четырьмя плоскими ножами длиной 600 мм, контрнож и труба, через которую выбрасывается измельченная масса. Пригибающее устройство сжимает кусты, которые в таком положении попадают в приемную камеру, где срезаются дисковыми пилами. Срезанная растительность попадает под ножи фрезерного барабана, который измельчает и выбрасывает массу через трубу.

Камнеуборочные работы в бóльшей мере ограничены сроками проведения в зимний период по сравнению с удалением древесной растительности. Камнеуборочные работы носят более выраженный сезонный характер; сроки их проведения обусловливаются как глубиной промерзания почвы, так и высотой снежного покрова.

По условиям технологического районирования зоны реальными сроками проведения камнеуборочных работ при расчистке дренажных трасс в большинстве районов Нечерноземной зоны следует считать начальный период зимы, когда глубина промерзания почвы и мощность снегового покрова не превышают соответственно 5—7 и 15—20 см.

В целом объем камнеуборочных работ при расчистке зимних дренажных трасс невелик. Как правило, проектной документацией предусматривается закладка зимнего дренажа на площадях с засоренностью камнями не более 10 м^3/га, в связи с чем расчистка трасс сводится к

извлечению и удалению отдельных камней. Практически на трассах остаются камни размером менее 10 см, поскольку они существенно не нарушают нормальную работу дреноукладочных машин.

Камнеуборочные работы обычно сводятся к погрузке корчевателями пассивного действия на пэны поверхностных камней, извлечению полускрытых и скрытых камней, залегающих по трассе отрываемого канала, их погрузке и удалению за пределы дренируемого участка. В ряде производственных мелиоративных организаций успешно применяется вывозка в зимнее время предварительно выкорчеванных и собранных в кучи камней.

Рациональными технологическими схемами предусматривается выполнение следующих операций по удалению полускрытых и скрытых камней:

корчевка средних и крупных камней, расположенных по оси трассы, на глубину до 1 м, смещение выкорчеванных камней за пределы трассы рыхлителями-камнеподъемниками;

извлечение на поверхность полускрытых и скрытых камней плоскорезами различных конструкций;

уборка камней средней величины машинами типа ПСК-1;

извлечение и вывозка мелких камней (0,1—0,3 м) машинами типа МКП-1,5.

Применение рациональных технологических схем позволяет расширить сроки проведения подготовительных работ, снизить трудозатраты и повысить качество работ.

Предохранение грунтов от промерзания. Наряду с применением специальных машин и механизмов для разработки мерзлых грунтов по дренажным трассам применяют различные способы предохранения грунтов, предназначенных для разработки, от глубокого промерзания. Для этих целей в мелиоративном строительстве применяют теплоизоляционные материалы — торф, опилки, срезанный кустарник и др. Применение этих материалов недостаточно эффективно и требует значительных трудозатрат при производстве подготовительных работ.

Указанных недостатков в значительной степени лишены пенопласты, изготовленные на основе термореактивных полимерных композиций. В настоящее время разработано большое количество различных модификаций пенопластов с разнообразными физико-механическими характеристиками и технологическими свойствами.

Эти материалы широко применяются для теплоизоляционных работ в промышленности, строительстве и сельском хозяйстве.

Заливочные пенопласты, получаемые беспрессовым методом на основе мочевино-формальдегидных смоляных композиций, отличаются от других видов пенопластов высокими теплофизическими свойствами, термостабильностью, технологической простотой изготовления и сравнительно небольшой стоимостью. Образцом такого материала является быстротвердеющая пена (БТП).

В СевНИИГиМе разработаны несколько перспективных модификаций мелиоративных пенопластов. Путем подбора компонентов с соответствующими химическими добавками, выбора оптимального технологического режима и совершенствования реакторов-смесителей получены различные составы быстротвердеющих мочевино-формальдегидных пенопластов, отвечающие технологическим условиям мелиоративного строительства.

Надежным стабилизатором процесса оплывания и разрушения откосов каналов является «Мелиопласт ОК», а улучшению защитно-фильтрационных свойств грунтовых засыпок дрен, прокладываемых в неустойчивых и слабоводопроницаемых грунтах, способствует «Мелиопласт-ЗФ». Проведены испытания «Мелиопласта Т» для предохранения суглинистых и супесчаных грунтов от промерзания.

В СевНИИГиМе разработана конструкция передвижного пеногенератора для получения и нанесения пенопласта на трассы линейных гидромелиоративных сооружений в полевых условиях. Пеногенератор отличается от ранее применяемых установок наличием собственного компрессора и механического распределения пенопласта. Конструктивно он выполнен как навесное оборудование на трактор К-701. Пеногенератор состоит из емкостей для компонентов и отвердителя, компрессора; реакторов-смесителей, системы трубопроводов и распределителя пенопласта.

Технологический процесс нанесения пенопласта на утепляемый грунт состоит из следующих операций: подготовка (разбивка) трасс для покрытия, оборудование мест для дозаправки компонентами во время работы, нанесение пенопласта на требуемую площадь, периодическая дозаправка пеногенератора компонентами и кислотой, проверка теплофизических параметров покрытия.

После проведения цикла работ по защите грунта от промерзания его разработка в зимнее время ведется комплексом машин, используемых в летний период. При строительстве закрытого дренажа обратная засыпка производится смесью грунта с пенопластом, что улучшает ее фильтрационные свойства.

Весьма перспективным оказалось и использование полученного типа пенопласта для оструктуривания почвогрунтов, в частности для увеличения фильтрующей способности обратных дренажных засыпок и создания объемных фильтров при строительстве закрытого дренажа. Фильтрационная способность смеси тяжелого грунта (ленточной глины) с быстротвердеющим пенопластом (3 : 1) значительно превышает фильтрационную способность самого грунта.

Эффективно также использование пенопластов для создания колонок-поглотителей на дренажных линиях, прокладываемых в слабопроницаемых грунтах.

В объединении Смоленскмелиорация успешно внедрена технологическая схема строительства закрытого гончарного дренажа в зимних условиях с использованием фрезерного торфа.

На одном из производственных участков с легкими и средними суглинками с весовой влажностью 20,8—22,2 % промерзание незащищенного грунта составляло 30—40 см, а высота снежного покрова — 30—45 см.

Работы по предохранению грунта от промерзания по трассам коллекторно-дренажной сети проводились в декабре 1977 г. Торф весовой влажностью 70 % в буртах доставлялся на участок строительства автомашинами и тракторами К-700 и Т-150 с прицепами. Из транспортных средств торф рассыпали кучками по трассам дренажного строительства из расчета 80—100 т/га. Затем бульдозером с поворотным отвалом за 2—3 прохода вдоль трассы устраивали валики высотой 30—50 см и шириной 120—150 см.

Хронометраж процесса устройства валиков показал, что на 100 м затрачивалось в среднем около 8 мин.

Следует отметить, что торфяные валики высотой 30—50 см эффективно предохраняли почву от промерзания в течение первой половины зимы. На объектах строительства дренажа во второй половине зимы валики дополнительно покрывали снегом, который сгребали буль-

дозерами с поворотным отвалом, проходя вдоль торфяного валика с обеих сторон.

Фрезерный торф после утепления им грунта на трассах коллекторно-дренажной сети использовался как удобрение мелиорируемых земель.

Укладка дренажа на объекте проводилась без дополнительной разработки мерзлых грунтов многоковшовым экскаватором ЭТЦ-202А со средней скоростью проходки 200 м/ч при глубине траншеи 1,2—1,5 м^3. Сменная выработка бригады составила 300—350 м, что почти соответствует нормативной выработке в летних условиях.

Предзимнее рыхление грунтов. В практике дренажного строительства в зависимости от состояния линейных трасс мелиоративных сооружений меняют различные эффективные методы предзимней подготовки грунтов, позволяющие в несколько раз снизить их прочность.

Предзимнее рыхление грунтов по трассам каналов, карьерам, площадкам под гидротехнические сооружения успешно производится трехстоечным рыхлителем РУ.65.2,5, навешиваемым на трехточечную симметричную навеску тракторов Т-100МГС, Т-130ГС. Эксплуатационная производительность данного рыхлителя на трассе каналов, проходящих в легких супесях и суглинках, предварительно вспаханных и продискованных, составляет 0,4—0,5 га/ч, в глинах — 0,2—0,3 га/ч. После прохода рыхлителя образуется зона разрыхленного грунта шириной до 2,5 м и глубиной 0,60—0,75 м. Выбор технологической схемы предзимнего рыхления зависит от состояния трассы будущей выемки и сроков разработки его сечения при отсутствии воды на поверхности массива и УГВ ниже 0,7 м.

Для сооружений, планируемых к строительству в первой половине зимы, пески, супеси, средние суглинки и торф до их смерзания рыхлят за один проход трехстоечного рыхлителя РУ.65.2,5, во второй — за два прохода со смещением оси движения трактора на 0,4 м. Тяжелые суглинки и глины в первом случае рыхлят за два прохода рыхлителя со снятой средней стойкой, во втором — за дополнительный проход по неразрыхленному грунту. На участках с густым травяным покровом высотой 0,2—0,3 м рыхление проводят за один проход. Это объясняется тем, что при повторном проходе рыхлителя происходят частые срывы дерна. Рыхление участков с густым травяным покровом высотой более

0,3 м нерационально, так как они промерзают не более чем на 0,2—0,3 м.

Рациональный состав технологических операций предзимнего рыхления грунтов в зависимости от характеристики трасс приводится в табл. 30.

30. Технологические операции предзимнего рыхления грунтов (рекомендации БелНИИМиВХа)

Характеристика трассы	Технологическая операция	Применяемые механизмы
Мелколесье, поросшее редким кустарником	Корчевка пней, кустарника, мелколесья со сбором в валы за пределами трассы канала	Корчеватель с тракторами Т-100, Т-130
	Очистка поверхности от мелких древесных остатков	Корчевальная борона с тракторами Т-100, Т-130
	Дискование	Дисковая тяжелая борона с глубиной обработки до 0,2 м
	Глубокое рыхление	Рыхлитель РУ.65.2,5 с тракторами Т-100, Т-130
Дерновый слой мощностью более 0,1 м с травяным покровом высотой менее 0,2 м	Дискование	Дисковая тяжелая борона с глубиной обработки до 0,2 м
	Глубокое рыхление	Рыхлитель РУ.65.2,5 с тракторами Т-100, Т-130
Дерновый слой мощностью менее 0,1 м, редкий травяной покров, старопахотные земли	Вспашка	Плуг с глубиной вспашки до 0,2 м
	Дискование	Дисковая тяжелая борона с глубиной обработки до 0,2 м
	Глубокое рыхление	Рыхлитель РУ.65.2,5 с тракторами Т-100, Т-130
Густой травяной покров высотой 0,2—0,3 м	» »	Рыхлитель РУ.65.2,5 с тракторами Т-100, Т-130

Производственный опыт белорусских мелиораторов и исследования БелНИИМиВХа показали, что на подготовленных путем предзимнего рыхления грунтов трассах коллекторно-дренажной сети рыхлитель КР-1,2У и трехзубовый корчеватель, агрегатируемые с тракторами класса тяги 60—100 кН, обеспечивают фронт работ для

3—4 экскаваторов-дреноукладчиков ЭТЦ-202А, повышая их годовую выработку на 20—25 %.

Следует отметить, что рыхлитель РК-1,2У при оптимальных условиях эксплуатации и предзимней подготовке трасс обеспечивает рыхление мерзлых торфяных грунтов на глубину 40 см, а минеральных — 25—30 см. Эффективность рыхления мерзлых грунтов определяется не только правильной наладкой гидронавесной системы базового трактора и агрегатируемого рыхлителя, но и соблюдением заданных технологических схем рыхления мерзлого грунта по трассам коллекторов и дрен.

При наличии на трассе снежного покрова высотой более 10 см полосу шириной 6—7 м расчищают бульдозером с косым отвалом. После расчистки трассы от снега ось коллектора или дрены закрепляют вешками.

Рыхление грунта под дрену начинают с устройства надрезов. При необходимости выполнения одного надреза нож рыхлителя движется по одному из краев траншеи параллельно оси дрены на расстоянии 32—37 см от нее. При втором проходе рыхлителя по противоположному краю траншеи производится сплошное рыхление мерзлоты. При двух надрезах оба прохода выполняются по краям траншеи. Сплошное рыхление мерзлоты в этом случае производится при проходе рыхлителя по оси трассы дрены. Глубина надрезов составляет 0,6—0,7 глубины промерзания грунта.

Важно, чтобы на рыхлителе обязательно были установлены опорные лыжи. Это облегчает взламывание мерзлого грунта и значительно снижает тяговое усилие базового трактора.

На минеральных грунтах при глубинах промерзания до 30 см агрегат делает два прохода по центру полосы рыхления: первый проход выполняется на глубину 15—20 см, второй — на всю глубину промерзания.

В том случае, когда рыхление мерзлого грунта трудноосуществимо при непрерывном движении агрегата и запертом положении гидросистемы навески, применяют следующую схему производства работ. После врезания ножа рыхлителя в талый грунт до начала движения агрегата вперед помощник тракториста устанавливает распределитель в положение «подъем». Затем после взламывания мерзлоты распределитель устанавливают в «плавающее» положение, далее вновь на подъем. Таким образом, помощник тракториста обеспе-

чивает рабочему органу рыхлителя возвратно-поступательное движение, при этом тракторист соответствующим управлением обеспечивает прямолинейность разрыхляемой полосы. После рыхления мерзлые глыбы грунта бульдозером или корчевателем отодвигают на обе стороны полосы расчистки.

Работы по рыхлению мерзлого грунта выполняет тракторист-машинист VI разряда. При значительных глубинах промерзания (на торфяниках — более 45 см, на минеральных грунтах — свыше 30 см) к работе подключается помощник машиниста V разряда.

Правильная навеска и регулировка рыхления, а также соблюдение режима управления агрегатом в процессе работы обеспечивают высокую производительность рыхлителя и расширяют диапазон его применения в технологическом процессе подготовки дренажных трасс.

При подготовке трасс агрегатом с рыхлителем РК-1,2У в торфяных грунтах с глубиной промерзания до 25 см затраты труда на 100 м длины трассы составили 2,1 чел.-ч, а выработка на 1 машино-час достигла 450 м; на минеральных грунтах с глубиной промерзания 21—25 см эти показатели имеют значения 2,5 чел.-ч и 357 м.

Прокладка коллекторно-дренажной сети в мерзлых грунтах. В зависимости от глубины промерзания грунта и состояния трасс применяется раздельная или непрерывная технология прокладки коллекторно-дренажной сети.

Раздельная технология характеризуется тем, что перед проходом экскаватора-дреноукладчика ЭТЦ-202А мерзлый грунт на всю глубину промерзания предварительно разрабатывается специализированными машинами и орудиями.

При непрерывной технологии весь профиль траншеи с мерзлым грунтом до проектных отметок разрабатывается специализированными дреноукладчиками за один проход.

Раздельная технология применяется при глубине промерзания грунтов 50—60 см. Для предварительной разработки мерзлых грунтов по трассам коллекторно-дренажной сети применяют рыхлители пассивного действия типа РМГ-1-40, РТ-0,7, РК-1,2У, РНТ-1 и др., дискофрезерные, скребково-роторные, цепные или баро-

вые машины типа ДФМ, ЭТЦ-208А, ЩФМ-3-08, СРМ, ДГП-3УМ и др.

Следует отметить, что рыхлители пассивного действия целесообразно применять на легких минеральных грунтах при промерзании до 25 см, а на торфяных — до 35 см. Технологическая схема с применением рыхлителей имеет существенные недостатки. Здесь необходимо включать агрегат для смещения за пределы дренажной трассы крупных мерзлых глыб, образованных при вскрытии мерзлого слоя грунта пассивными ножами рыхлителей. Нарушается процесс первичной присыпки дренажных трубопроводов, поскольку гумусный слой грунта имеет крупноглыбистую структуру со значительными льдовключениями. Этот метод разработки мерзлых грунтов не отвечает в полной мере агротехническим требованиям к обратной засыпке дрен. Более эффективна для подготовки трасс технологическая схема, в которой применяются машины и агрегаты с шириной захвата, равной ширине дренажной траншеи.

При таком способе мерзлый грунт по трассам дрен разрыхляется на мелкие фракции, что позволяет в песчаных, супесчаных и торфяных грунтах осуществлять качественную присыпку дренажных линий.

Непрерывная технология предусматривает выполнение всех операций по разработке мерзлого грунта и прокладке дренажно-коллекторной сети в едином технологическом цикле. Эта технология базируется на применении специализированных дреноукладчиков типа ЭТЦ-206, ДБ-1400 и др. с активными рабочими органами. Дреноукладчики имеют цепное рабочее оборудование, позволяющее разрабатывать мерзлый грунт мощностью 50—80 см, раздробляя его на мелкие фракции, что отвечает требованиям, предъявляемым к обратной засыпке дренажных траншей.

В табл. 31 приводятся машины и оборудование, применяемые при различных технологических схемах прокладки дренажа.

Мелиораторами Ленинградской области накоплен значительный опыт проведения дренажных работ в зимнее время. Мелиоративному строительству зимой предшествует здесь большая подготовительная работа. Устанавливается четкая очередность выполнения работ на объектах при максимальной концентрации мелиора-

31. Машины и оборудование, применяемые при различных технологических схемах прокладки дренажа

Технологическая операция	Раздельная технология при глубине промерзания грунта, см			Непрерывная технология при глубине промерзания грунта 50—80 см
	до 30	30—50	40—70	
Предварительная разработка мерзлого грунта	Рыхлители РМГ-1-40, РТ-0,7, РКТ-1	Фрезерные и баровые машины ДФМ, ШФМ-3-08, ДГП-3УМ	Цепные и скребково-роторные ЭТЦ-208А, СРМ-1-06	—
Доработка траншеи до проектных отметок, укладка дренажных трубопроводов	ЭТЦ-202А, МД-4	ЭТЦ-202А	ЭТЦ-202А	—
Отрывка траншеи до проектных отметок с одновременной укладкой дренажных трубопроводов	—	—	—	ЭТЦ-206, ДБ-1400

тивных работ на небольшом числе одновременно строящихся объектов.

Подготовка объектов к работам и оперативное руководство строительством осуществляются по так называемым сезонным пообъектным графикам, которыми предусматривается одновременная работа ПМК не более чем на двух-трех объектах.

Специалисты Ленгипроводхоза по договорам с ПМК осуществляют своевременный вынос в натуру трасс каналов, закрытых коллекторов и границ объектов до выпадения снега.

Особое внимание уделяется подготовке производственных баз ПМК, комплектованию мелиоративных бригад для выполнения сезонных работ, обеспечению строительных бригад горюче-смазочными материалами, организации технической учебы.

В мелиоративно-строительных организациях объединения Ленмелиорация широко используется опыт Осьминской ПМК (Ленинградская область) по рациональной организации технического обслуживания мелиоративных машин. Все работы по обслуживанию техники здесь выполняет специализированная бригада. Внедрение такой системы технического обслуживания позволяет увеличить продолжительность эффективной работы техники, повышает на 25—30 % сменную производительность ведущих машин, улучшает условия труда механизаторов. В план зимнего строительства включают-

ся в основном закрытые дренажные системы, расположенные на торфяных, песчаных и супесчаных грунтах.

При строительстве дренажа в зимний период вынос дренажных линий на незакустаренных участках производится до наступления морозов, подготовка трассы для разработки траншей осуществляется так, чтобы не вызвать дополнительного промерзания грунтов. Трубы по трассе развозят в начале рабочей смены, складируя их в небольшие штабеля по 25—35 штук. Траншеи с уложенными трубами засыпают обязательно в день укладки.

В Ленинградской области проходят широкую производственную проверку образцы щелерезно-фрезерных и скребково-роторных машин (СевНИИГиМ) для предварительной разработки мерзлых грунтов по трассам коллекторно-дренажной сети. Машины базируются на тракторах типа ДТ-75М, ДТ-75С. На щелерезно-фрезерной машине типа ЩФМ-3-08 в зависимости от требований и выполняемых операций могут быть установлены одна, две или три дисковые фрезы, по окружности которых размещены специальные резцы. Производительность этой машины при сплошном рыхлении мерзлых грунтов составляет 130—180 м/ч.

Для подготовки трасс коллекторно-дренажной сети могут применяться машины с активным скребково-роторным рабочим органом, который заглубляется в грунт на полный диаметр ротора, обеспечивая наименьшую энергоемкость технологического процесса при разработке мерзлых грунтов и своевременную транспортировку грунта из забоя.

Смоленским филиалом ВНИИГиМа и Гагаринской ПМК-11 (Смоленская область) разработана и внедрена технологическая схема строительства закрытого дренажа в зимних условиях с использованием установки ДГП-5М для разработки траншей в мерзлом грунте.

Установка ДГП-5М является модификацией баровой машины ДГП-3УМ, агрегатируется на трактор Т-100 МГП.

Техническая характеристика ДГП-5М

Базовый трактор	Т-100МГП
Тип рабочего органа	Цепной с режущими зубками
Параметры разрабатываемой траншеи, м:	
ширина	0,50
глубина	1,40
Рабочая скорость, м/ч	20—140

Осуществляет строительство комплексная бригада, оснащенная двумя экскаваторами-дреноукладчиками ЭТЦ-202, одной установкой ДГП-5М и универсальным бульдозером на тракторе класса тяги 50 кН. Технологическая схема, принятая при строительстве, приводится в табл. 32.

32. Технологическая схема строительства закрытого дренажа с применением установки ДГП-5М

Вид работ	Машина	Количество	
		рабочих	машин
Расчистка трассы от снега	Бульдозер на тракторе Т-100МГП	1	1
Разработка траншеи в мерзлом грунте	Установка ДГП-5М	1	1
Разравнивание отвалов грунта после прохода ДГП-5М	Бульдозер на тракторе Т-1000МГП	1	1
Развозка дренажных труб по трассе	Трактор ДТ-75М с прицепом	2	1
Устройство дренажа	ЭТЦ-202А	10	2
Присыпка дрен талым грунтом	Вручную	2	—
Обратная засыпка траншеи	Бульдозер на тракторе Т-100МГП	1	1

За смену комплексная бригада по строительству закрытого дренажа укладывала до 500 м дренажа.

Производительность дреноукладочного комплекса при устройстве дренажа в зимнее время увеличилась на 37 % по сравнению с технологией, при которой применяются рыхлители пассивного действия.

Заслуживает внимания опыт строительства коллекторов в Житомирводстрое (ПМК-114). Расчистку трассы коллектора от снежного покрова или валов древесины производят бульдозером с поворотным отвалом в обе стороны на расстояние, которое экскаватор проходит за смену. Ширина полосы, установленная из расчета размещения на ней вынутого грунта, составляет, как правило, 5—6 м.

После расчистки трассы начинают разработку грунта от устья коллектора экскаватором ЭТЦ-208А. Траншею отрывают на всю глубину промерзания грунта плюс 3—5 см, чем обеспечивается его подрыв и вынос на поверхность. Скребковый транспортер перемещает

вынутый грунт в отвал на правую сторону по ходу экскаватора. При глубине промерзания грунта до 70 см один экскаватор ЭТЦ-208А обеспечивает фронт работ для двух экскаваторов ЭТЦ-202А. Траншею засыпают грунтом с помощью бульдозера с поворотным отвалом. Доставляют с приобъектного склада керамические трубы в контейнерах на прицепе с трактором Т-75 или МТЗ-52 и раскладывают вручную по лоткам вдоль правой стороны коллектора.

После развозки труб трассу нивелируют, натягивают копирный трос и устанавливают на оси засыпанной траншеи экскаватор ЭТЦ-202А, которым выполняют отрывку траншеи на проектную глубину и укладку дренажных труб. Присыпают их незамерзшим грунтом слоем не менее 20 см. Последующую засыпку траншеи выполняют бульдозером с поворотным отвалом, начиная с верхней части дрены, не позже чем через 2 ч со времени ее отрывки. В случае необходимости бульдозер делает несколько проходов, пока весь вынутый грунт не будет возвращен в траншею.

Трудозатраты на строительство коллекторов приведены в табл. 33.

Трудозатраты при строительстве коллекторов диаметром 75—150 см при использовании ЭТЦ-208А по сравнению с вариантом, когда используется роторный экскаватор ЭТР-162, уменьшились в среднем на 44 %.

При строительстве закрытого дренажа в зимнее время первичная присыпка дренажных трубопроводов производится обычно вручную талым грунтом со стенок траншеи либо размельченным мерзлым грунтом после его экскавации.

В талых грунтах присыпка осуществляется агрегатами с пассивными рабочими органами. Но последний из-за различных конструктивных недостатков в практике дренажного строительства применяется редко.

В СевНИИГиМе разработан роторный присыпатель дреи, предназначенный для разработки и измельчения гумусового грунта с обеих сторон траншеи и присыпки дренажных трубопроводов в основном в зимний период.

Присыпатель навешивается на заднюю систему трактора ДТ-75Б с ходоуменьшителем и состоит из рамы, рабочего органа, редуктора, натяжного устройства и кожуха.

Техническая характеристика агрегата

Базовая машина	Трактор ДТ-75Б с ходоуменьшителем
Диаметр ротора, мм	1600
Скорость, км/ч:	
рабочая	0,32
транспортная	5,1—10,7
Глубина разработки грунта для присыпки дрен, см	До 30
Высота присыпки, см	30—40
Ширина разрабатываемых бровок траншеи, см	25
Производительность за час чистой работы, м/ч	250—320

33. Трудозатраты при строительстве коллектора в зависимости от применяемой машины и диаметра коллектора, чел.-ч на 1 км дренажа (Укроргводстрой)

Вид работ	ЭТЦ-208А при диаметре коллектора, см		ЭТР-162 при диаметре коллектора, см	
	75—100	125—150	75—100	125—150
В зимних условиях				
Вынос проекта в натуру	15	15	15	15
Очистка трассы от снега бульдозером	8	8	8	8
Устройство траншеи экскаватором	9,3	9,3	14	14
Засыпка траншеи бульдозером с поворотным отвалом	2,4	2,4	1,8	1,8
Устройство дренажа экскаватором ЭТЦ-202А	114,2	126	114	126
Окончательная засыпка траншеи бульдозером с поворотным отвалом	5,1	5,1	5,1	5,1
Доставка и развозка труб	23,3	48,7	23,3	48,7
Всего	177,1	214,5	181,2	218,6
В летних условиях				
Всего	129,6	162,7	129,6	162,7

Крепление рабочего органа к раме осуществляется с помощью трех разъемных корпусов и болтового соединения. Рабочий орган представляет собой ротор, состоящий из четырех дисков, установленных по два на концах

ротора. К дискам по окружности привариваются держатели с пазами для крепления в них режущих зубков, оснащенных твердосплавными пластинками.

Для работы присыпателя в летний период зубки можно изготовить в мастерской мелиоративно-строительной организации из инструментальной стали с наплавкой режущей кромки твердым сплавом. Диски-фрезы установлены таким образом, что при работе присыпателя разрабатывается гумусовый слой грунта с обеих сторон траншеи глубиной до 300 и шириной 250 мм. В большинстве случаев этого объема грунта достаточно для присыпки гончарных труб, уложенных в траншею на глубину до 40 см.

Привод ротора присыпателя осуществляется от вала отбора мощности трактора с помощью карданного вала, конического редуктора, на валу которого устанавливается специальная звездочка, кинематически связанная через цепную передачу со звездочкой рабочего органа.

Для направленного ссыпания разработанного и измельченного грунта в траншею в конструкции машины предусмотрен кожух, который имеет специальные диски. Для опоры машины во время работы, а также для регулирования глубины разработки грунта в конструкции присыпателя предусмотрены две опорные лыжи.

Технологический процесс присыпки дрен осуществляется следующим образом: опорные лыжи перед началом работы устанавливают на заданную глубину разработки гумусового слоя; трактор с присыпателем устанавливается по оси дренажной траншеи. Заглубив ротор до установленной глубины, тракторист включает соответствующую скорость трактора с ходоуменьшителем и начинает двигаться по трассе траншеи. Ротором разрабатывается и измельчается гумусовый слой грунта, который частично ссыпается на разрабатываемые бровки траншеи, а бо́льшая часть грунта, ударяясь о скосы кожуха, ссыпается в траншею на дренажные трубы.

Производственные испытания показали, что агрегат может быть использован для рыхления мерзлого грунта при промерзании глубиной до 50 см. В этом случае машина разрабатывает в мерзлом грунте две траншеи шириной 28 см и глубиной до 50 см.

Технологическое освоение присыпателя дрен проведено в Ломоносовской ПМК Ленинградской области на объектах строительства закрытого дренажа. Глубина

промерзания песчаных грунтов составляла 40—56 см. Результаты испытаний показали, что он осуществляет качественную присыпку дрен измельченным до мелких фракций промерзшим грунтом, слой присыпки составил 30—40 см при средней эксплуатационной производительности 260 м/ч.

По результатам строительства закрытого дренажа, проведенного Смоленским филиалом ВНИИГиМа, установлено, что перспективным является метод рыхления мерзлых грунтов взрывом малых зарядов.

Строительство дренажа выполняет бригада взрывников и строителей, состоящая из 5 человек, в распоряжении которой находятся две автомашины с оборудованием и материалами и трактор с волокушей. Строительная бригада оснащена двумя бульдозерами, двумя многоковшовыми экскаваторами ЭТЦ-202А, дискофрезерной машиной ДФМ-РМГ.

Дискофрезерной машиной ДФМ-РМГ нарезают по трассе строительства две щели шириной 0,1 м каждая с расстоянием между ними 0,6 м. Заряды закладывают в щель через 0,5 м.

Щель забивается бульдозером в 2—3 следа грунтом из отвала дискофрезерной машины.

После рыхления мерзлого грунта производят нивелировку трассы и установку копирного троса. Экскаватор ЭТЦ-202А разрабатывает траншею, а строительная бригада ведет укладку дренажа. Керамические трубки и другие материалы на трассу строительства доставляются после взрывных работ.

Обобщение передового производственного опыта и результаты научных технологических исследований позволяют рекомендовать следующую оптимальную организационную структуру дренажных бригад при раздельной технологии строительства дренажа.

Бригада составляется из двух-трех звеньев. В каждое звено входит два-три экипажа экскаваторов-дреноукладчиков ЭТЦ-202А в составе машиниста-дреноукладчика (VI разряда) и его помощника (V разряда), операторов-трубоукладчиков в количестве 3—4 человек (II—III разряда). Каждое звено обслуживается геодезистом и рабочим-реечником (II, IV разряда). Транспортно-погрузочные работы выполняются машинистом (V разряда), такелажником (III разряда), за которыми закреплены трактор, бульдозер, оборудованный гидрав-

лическим краном, пэна-волокуша, контейнеры для перевозки керамических труб.

В зависимости от глубины промерзания грунтов по трассам коллекторно-дренажной сети за звеном закрепляются специальные машины и оборудование для разработки мерзлых грунтов в количестве, необходимом для обеспечения фронта работ экскаваторам-дреноукладчикам. Обычно при промерзании грунтов до 30 см в звене достаточно иметь два рыхлителя, которые навешивают на трактора класса тяги 100 кН. Обслуживает эти агрегаты машинист V разряда.

При глубине промерзания 30—50 или 40—70 см применяют фрезерные, скребково-роторные или цепные машины, количество которых в звене определяется группой сложности грунтов и состоянием трасс коллекторно-дренажной сети.

В табл. 34 приведено примерное распределение работ между исполнителями строительной бригады, за которой закреплен экскаватор ЭТЦ-206.

Особое внимание при производстве дренажных работ в зимнее время следует обращать на своевременное выполнение операционного контроля точности прокладки дренажных линий, соблюдение нормативных зазоров в стыках керамических труб, обкладку их рулонным ЗФМ. В дренажную засыпку не должны попадать крупные мерзлые глыбы грунта. Не допускается присутствие в засыпке большого количества (более 10 %) снега и льда, поскольку в период оттаивания это приводит к сильному водонасыщению грунта засыпки, его быстрому уплотнению и в конечном счете к резкому уменьшению фильтрации. Кроме того, во время весеннего половодья отмечается интенсивный смыв с поверхности грунта пылевых частиц, приводящий к заилению внутренней полости дрен или образованию своеобразного водонепроницаемого экрана в околодренной зоне.

Если между выемкой грунта из траншеи и ее обратной засыпкой проходит более 3—4 ч, вынутый грунт смерзается в комья и глыбы значительных размеров, в результате присыпка осуществляется некачественно: происходит смещение дренажных труб в плоскости стыков или их раздавливание. При прокладке дренажных трубопроводов в тяжелых слабоводопроницаемых грунтах следует осуществлять пунктирную присыпку недеформируемым, хорошо фильтрующим материалом или

34. Распределение работ между исполнителями строительной бригады, за которой закреплен экскаватор ЭТЦ-206

Профессия	Разряд	Количество человек	Перечень обязанностей
Машинист экскаватора	VI	2	Следит за техническим состоянием экскаватора ЭТЦ-206; производит отрывку траншей; участвует в проведении технического обслуживания и ремонта экскаватора
Трубоукладчик	V	2	Ведет контроль качества уложенного дренажа; устанавливает упоры и навешивает копирный трос; производит увязку системы в вертикальной плоскости; участвует в составлении акта на скрытые работы
	IV	2	Находясь в траншее, подгоняет торцы труб в соответствии с допускаемым зазором; следит за качеством покрытия труб ЗФМ; присоединяет дрену к коллектору; укладывает вручную трубы и ЗФМ на первых 5—6 м дрены
	III	2	Подает керамические дренажные трубы из контейнера или бункера трубоукладчика в лоток бункера; следит за поступлением ЗФМ с верхней бобины в траншею, подсоединяет дрену к коллектору; укладывает вручную трубы и ЗФМ на первых 5—6 м дрены
	II	2	Производит предварительную подсыпку труб в траншее; участвует в установке копирного троса
Машинист-бульдозерист	VI	1	Следит за техническим состоянием машины; выполняет расчистку трасс от снега, засыпку траншей

устраивать поглотительные колонки из пористого бетона, песчано-гравийных смесей, быстротвердеющих полимеров и т. п.

4.4. Комплексы машин и механизмов, рекомендуемые для круглогодового производства работ

Повышение темпов мелиоративного освоения земель в зоне осушения связано с ликвидацией сезонности мелиоративного строительства. Переход от сезонного к

35. Технологические комплексы машин для круглогодовой прокладки закрытого дренажа

Вид работ	Технологическая операция	Комплекс машин и оборудования
1	2	3
Прокладка пластмассового дренажа бестраншейным способом	Планировка трассы	Бульдозер с поворотным отвалом класса тяги 30 кН
	Доставка труб, обернутых защитно-фильтрующим материалом, с приобъектного склада к дреноукладчику	Прицеп для развозки труб по трассам грузоподъемностью 5 т
		Гусеничный трактор общего назначения типа ДТ-75М класса тяги 30 кН
		Гусеничный болотоходный трактор типа ДТ-75Б класса тяги 30 кН
		Торфяной гидравлический погрузчик типа МТТ-12 с краном
	Установка копирного троса или регулирование уклонов по лучу	Пормокомплект приспособлений и инструментов
	Отрывка приямков	Экскаватор-дреноукладчик типа ЭТЦ-202А
	Прокладка труб с фильтрующим материалом с одновременным контрольным нивелированием	Бестраншейный дреноукладчик для укладки дренажа из пластмассовых труб в зоне осушения в комплекте с тягачом типа МД-4, МД-5
	Засыпка приямков	Бульдозер с поворотным отвалом класса тяги 30 кН
Прокладка керамического дренажа траншейным или узкотраншейным способом	Срезка растительного слоя	Бульдозер с поворотным отвалом на тракторе класса тяги 100 кН с гидравлическим управлением
		Прицепной скрепер вместимостью ковша 15 м³ (типа ДЗ-79)
	Планировка трассы	Бульдозер с поворотным отвалом класса тяги 30 кН

Продолжение табл. 35

1	2	3
	Доставка труб и фильтрующих материалов с приобъектного склада к дренажной трассе	Прицеп грузоподъемностью 5 т для развозки труб по трассам
		Гусеничный трактор (типа ДТ-75М) класса тяги 30 кН
		Трактор гусеничный болотоходной модификации типа ДТ-75Б класса тяги 30 кН
	Установка копирного троса	Нормокомплект приспособлений и инструментов
	Укладка труб с рулонными ЗФМ или соединительными муфтами, механизированная присыпка их гумусовым слоем грунта	Экскаватор-дреноукладчик типа ЭТЦ-202А, ЭТЦ-202Б с присыпателем активного или пассивного действия
	Окончательная засыпка траншеи	Бульдозер с поворотным отвалом класса тяги 30 кН
	Рекультивация строительной полосы	Бульдозер с поворотным отвалом на гусеничном тракторе класса тяги 100 кН или прицепной скрепер с вместимостью ковша 15 м³ типа ДЗ-79
Прокладка закрытого горизонтального дренажа в зимний период (двухпроходная технология)	Расчистка трассы от снега	Бульдозер с поворотным отвалом на тракторе класса тяги 100 кН
	Доставка труб и фильтрующих материалов с приобъектного склада к дреноукладчику	Прицеп для развозки труб по трассам грузоподъемностью 5 т
		Универсальный колесный трактор типа МТЗ-80 класса тяги 14 кН
	Установка копирного троса	Нормокомплект приспособлений и инструментов
	Разработка траншеи на глубину промерзания грунта	Траншейный экскаватор типа ЭТЦ-208А, фрезерные или роторные машины типа СРМ, ЩФМ-3-0,8, ДГП-5М; ЭТР-164

Окончание табл. 35

1	2	3
	Разработка траншеи на проектную глубину с одновременной укладкой и оберткой рулонным ЗФМ дренажных труб	Экскаватор-дреноукладчик типа ЭТЦ-2Р2А, ЭТЦ-163, ЭТЦ-202Б
	Первичная присыпка дренажных линий слоем талого песчаного грунта, верхового торфа или песчано-гравийной смесью	Бульдозер с поворотным отвалом класса тяги 30 кН
	Окончательная засыпка траншеи грунтом заданной структуры	Бульдозер с поворотным отвалом класса тяги 100 кН
Прокладка закрытого горизонтального дренажа в зимний период (однопроходная технология)	Расчистка трассы от снега	Бульдозер с поворотным отвалом
	Доставка труб и фильтрующих материалов к дреноукладчику	Прицеп для развозки труб по трассам грузоподъемностью 5 т
		Универсальный колесный трактор типа МТЗ-80 класса тяги 14 кН
		Торфяной гидравлический погрузчик типа МТТ-12 с краном грузоподъемностью 1,3 т
	Установка конирного троса	Нормокомплект приспособлений и инструментов
	Отрывка траншеи с одновременной укладкой труб и защитно-фильтрующих материалов	Дреноукладчик для укладки дренажа в зимнее время с механизмом выдерживания заданного уклона типа ЭТЦ-206, ДБ-1400
	Первичная присыпка дренажных линий слоем из талого песчаного грунта, верхового торфа или песчано-гравийной смесью	Бульдозер с поворотным отвалом класса тяги 30 кН
	Окончательная засыпка (траншеи) вынутым из траншеи грунтом	Бульдозер с поворотным отвалом класса тяги 100 кН

круглогодовому выполнению строительных работ на объектах мелиорации позволяет сократить сроки ввода объектов в эксплуатацию, повысить эффективность использования парка мелиоративной техники, рационально расходовать трудовые ресурсы в течение всего года.

Разнообразие природно-климатических условий Нечерноземной зоны определяет специфические требования к организации строительства, технологическим приемам выполнения зимних мелиоративных работ и применяемым средствам механизации.

Изучение изменения объемов, видов и способов строительства закрытого горизонтального дренажа позволяет заключить, что для производства работ в зоне необходимо иметь следующие машины:

экскаваторы-дреноукладчики для прокладки гончарного и пластмассового дренажа по заданному уклону в траншею шириной до 0,5 м на глубину до 2 м;

бестраншейные дреноукладчики для прокладки пластмассового дренажа по заданному уклону в прорезаемую щель на глубину до 1,8 м;

экскаваторы-дреноукладчики для прокладки гончарного и пластмассового дренажа по заданному уклону в узкую траншею (шириной до 0,3 м) на глубину до 2 м в зимний период.

Анализ рекомендуемых технологических комплексов машин для круглогодовой прокладки закрытого горизонтального дренажа в Нечерноземной зоне показал, что на перспективу намечается уменьшение удельного веса трудоемких ручных работ, которые в настоящее время применяют при укладке керамического и пластмассового дренажа экскаватором-дреноукладчиком ЭТЦ-202А.

Трубоукладочное оборудование дреноукладчика позволяет осуществлять механизированную присыпку дренажных трубопроводов.

В табл. 35 приведены технологические комплексы машин для круглогодовой прокладки закрытого дренажа.

Список использованной литературы

Алексашкин А. В., Дружинин Н. И. Мелиорация земель в Нечерноземной зоне РСФСР. М.: Колос, 1980, 473 с.

Артемьева З. Н., Боршов Т. С., Лукашенко П. К. Уровень производительности труда на дренажных работах. — В кн.: Технология и механизация мелиоративных работ. Л.: СевНИИГиМ, 1978, с. 8—16.

Бейлин Д. Х. Механизация дренажных работ. М.: Колос, 1975. 256 с.

Викснэ А. А., Хомич В. Л. Организация мелиоративных работ в зимних условиях в Нечерноземье. — Гидротехника и мелиорация, 1981, № 2, с. 22—25.

Вопросы осушения земель гончарным дренажом. — Науч. тр. ЛитНИИГиМ: Елгава, 1978, вып. 2, с. 34—52.

Временные рекомендации по проектированию и строительству закрытого дренажа из пластмассовых труб с применением бестраншейного дреноукладчика МД-4 с тягачом МД-5. Л.: Ленгипроводхоз, 1978. 64 с.

Камышенцев Л. А., Нетреба Н. Н. Мелиоративные работы в зимнее время. М.: Россельхозиздат, 1974. 120 с.

Карловский В. Ф. НОТ в строительстве гончарного дренажа. М.: Колос, 1975.

Кильдишев Н. А., Нетреба Н. Н. Применение быстротвердеющих пенопластов при круглогодовом строительстве мелиоративных систем. — В кн. Мелиоративное строительство в зимний период. Л., 1980, с. 65—71.

Маслов Б. С., Станкевич В. С., Черненок В. Я. Осушительно-увлажнительные системы. М.: Колос, 1973. 280 с.

Мелиоративное строительство в зимний период. — Науч. тр. СевНИИГиМ. Л., 1980. 136 с.

Мурашко А. И., Сапожников Е. Г. Защита дренажа от заиления. Минск: Ураджай, 1978. 168 с.

Нетреба Н. Н. Технологические особенности устройства коллекторно-дренажной сети в песчаных водонасыщенных грунтах. — В кн.: Технология и механизация мелиоративных работ. Л., 1978, с. 29—38.

Черняк М. Б. Организация мелиоративных работ в зимнее время (на примере Ленинградской области). — Гидротехника и мелиорация, 1980, № 10, с. 59—61.

Оглавление

Введение 3
1. Закрытые дренажные системы 6
1.1. Основные элементы коллекторно-дренажной сети . 6
1.2. Дренажные трубы и защитно-фильтрующие материалы 20
1.3. Системы горизонтального и вертикального дренажа 35
1.4. Основные требования к качеству дренажных работ 38
1.5. Технологические параметры и физико-механические свойства грунтов 47
2. Инженерная подготовка и организация строительства . 55
2.1. Разработка проекта производства работ 55
2.2. Вынос и закрепление в натуре элементов дренажной сети 59
2.3. Доставка и складирование материалов на объекте строительства 62
2.4. Комплектование дренажных бригад, организация строительства 64
3. Средства механизации и способы производства дренажных работ 90
3.1. Дреноукладочные машины и технологическое оборудование 90
3.2. Оборудование для укладки труб 110
3.3. Способы и оборудование для глубокого рыхления почвогрунтов 114
3.4. Бестраншейная прокладка закрытого горизонтального дренажа 120
3.5. Технология строительства коллекторов большого диаметра 143
3.6. Способы контроля продольных уклонов дрен и оценка качества строительства 145
4. Особенности производства дренажных работ в сложных гидрогеологических условиях 151
4.1. Прокладка коллекторно-дренажной сети в минеральных неустойчивых грунтах 151
4.2. Подготовка коллекторно-дренажной сети в торфяных залежах, каменистых и пучинистых грунтах 159
4.3. Технологические особенности производства дренажных работ в зимнее время 165
4.4. Комплексы машин и механизмов, рекомендуемые для круглогодового производства работ . . . 186
Список использованной литературы 191