В. И. АНТОНОВ

ПЛАСТМАССОВЫЙ ДРЕНАЖ

ИЗДАТЕЛЬСТВО „КОЛОС"
Москва—1967

УДК 631.62:626.862.3:678.5

От издательства

Книга составлена по материалам научных исследований и производственного опыта по строительству пластмассового дренажа в СССР.

В ней обобщен опыт использования синтетических полимерных материалов — пластмасс — для изготовления дренажных труб. Даны основные сведения о пластмассах и конструкциях дренажных труб из этих материалов.

Рассмотрены основные способы строительства пластмассового дренажа — траншейный и бестраншейный.

Книга рассчитана на специалистов в области мелиорации, работающих на машинно-мелиоративных и лугомелиоративных станциях, руководителей совхозов, колхозов и учебно-опытных хозяйств. Она будет интересна также работникам проектно-изыскательских организаций сельскохозяйственных учебных и научно-исследовательских институтов и опытных станций.

Раздел 1 главы 4 написан А. Шилейка, раздел 2 — В. Калниемс, Ц. Н. Шкинкис, Г. Я. Сегалем и Э. Х. Эглий, раздел 3 — Х. Ю. Томпсоном; раздел 1 главы 5 — Х. Т. Петерсоном.

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

4—3—5
214—67

ВВЕДЕНИЕ

Пластмассовый дренаж открыл новую эру в мелиорации. Будучи детищем химической промышленности, которая за последние годы научилась создавать совершенно новые синтетические строительные материалы с заданными свойствами — пластмассы, он имеет отличную индустриальную базу и неограниченное в нашей стране природное сырье. Как в нашей стране, так и за ее рубежом пластмассовый дренаж успешно развивается. Это объясняется большими преимуществами пластмассового дренажа перед ранее существовавшими его видами (гончарный, деревянный).

Многочисленные попытки, предпринятые в нашей стране и за рубежом значительно удешевить гончарный дренаж и автоматизировать его строительство, заметных успехов не дали. Препятствием этому служат:

невозможность практически увеличить длину дренажной гончарной трубки (стандартная длина 33 *см*), а отсюда, как следствие, многочисленность опасных для заиления стыков;

невозможность значительно уменьшить вес дренажных трубок;

необходимость затрачивать большое количество ручного труда при изготовлении трубок и их применении (загрузка в печи для обжига, выгрузка из печей после обжига, погрузка в контейнеры или автомашины, раскладка вдоль траншей, подача каждой трубки в траншею или в спускной лоток дреноукладчика, оправка в траншеях для обеспечения надежности стыков трубок, изоляция стыков фильтрующим материалом, ручная присыпка 20-сантиметровым слоем грунта для подготовки траншеи к обратной засыпке ее бульдозером);

необходимость применять траншейный способ строительства, так как при бестраншейном способе не достигается требуемое качество стыков гончарных трубок и дрены не гарантированы от заиления. Переходом на пластмассовый дренаж уже решены такие вопросы, как увеличение длины дренажных труб до полной дли-

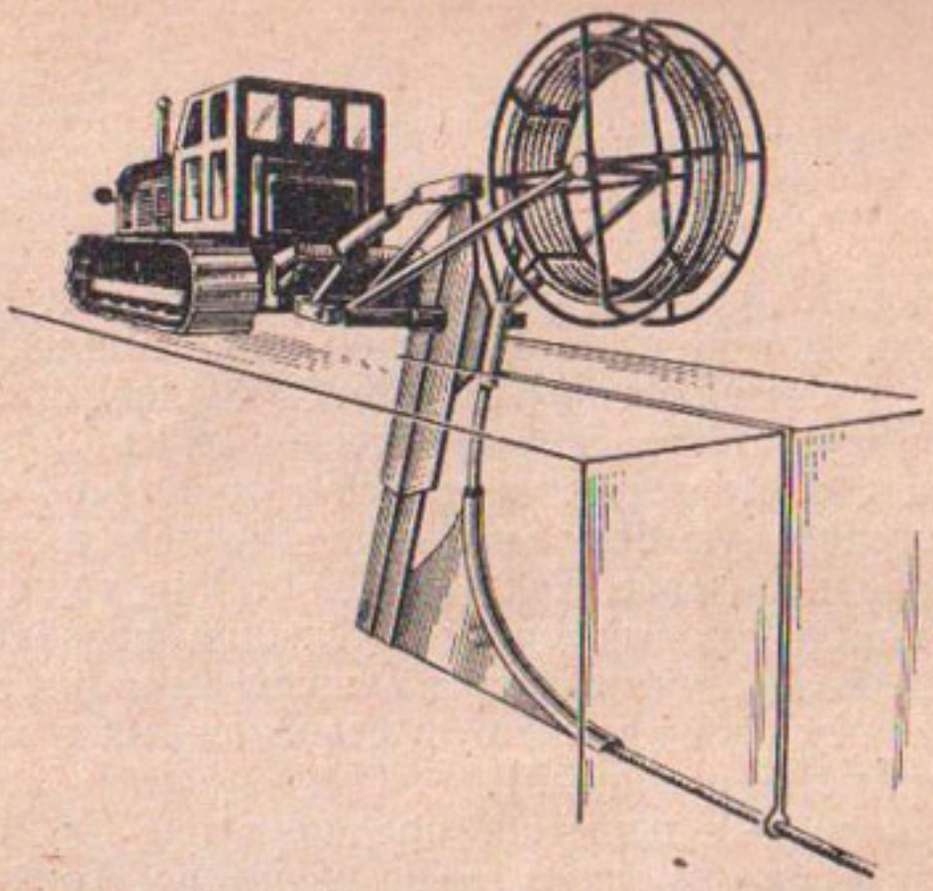


Рис. 1. Бестраншейный дреноукладчик ДПБН-1,8.

ны дрен (до 150—200 *м* и более), уменьшение их веса (до 30 раз по сравнению с гончарными), значительное повышение производительности труда и снижение стоимости строительства. Благодаря применению цельнотянутых пластмассовых труб и длинных пластмассовых лент значительно упростился процесс строительства: отпала необходимость в оправке стыков дренажных трубок, появилась возможность перехода к более прогрессивному бестраншейному способу строительства дренажа, при котором закладка дрен полностью автоматизирована.

Машины для бестраншейной закладки пластмассовых дрен по сравнению с обычным многоковшовым траншейным экскаватором ЭТН-171, применяющимся на строительстве гончарного дренажа, менее металлоемки, проще по конструкции и легки в исполнении. Например, навесной дреноукладчик ДПБН-1,8 конструкции Мещерской зональной опытно-мелиоративной станции ВНИИГиМ им. А. Н. Костякова весит около 750 кг (рис. 1). Конструкция его проста. Навешивается он на стандартную гидравлическую навеску трактора. Когда нет необходимости закладывать дрены, трактор можно использовать на других работах.

Все это делает необходимым ознакомить всех мелиораторов с новым видом дренажа, с особенностью новых материалов — пластмасс, изготавливаемыми из этих материалов дренажными трубами, созданными в настоящее время машинами, станками и приспособлениями, применяемыми при строительстве пластмассового дренажа, технологией закладки пластмассовых дрен траншейным и бестраншейным способом, лабораторными и полевыми исследованиями работы пластмассовых дренажных труб и систем пластмассового дренажа.

ГЛАВА 1. ПОЛИМЕРНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ДРЕНАЖА

Общие понятия о полимерах

В последние годы химическая промышленность создала новые виды искусственных строительных материалов, изготовляемых на основе полимеров — высокомолекулярных органических соединений. Производство полимерных материалов непрерывно расширяется, синтезируются новые полимеры и на их основе создаются все новые искусственные материалы, находящие широкое применение во всех областях народного хозяйства.

Полимерные материалы, и в первую очередь наиболее обширные их группы — пластмассы, находят применение в мелиоративном строительстве (для производства противофильтрационных пленок, дренажных труб и др.).

Основными достоинствами полимерных материалов и изделий, применяемых в мелиоративном строительстве, является их легкость, относительная прочность, твердость, водонепроницаемость, химическая стойкость и эластичность, а также коррозиостойкость. Полимерные материалы могут создаваться с любыми заданными свойствами, формами и характером лицевой поверхности. Это позволит получать дренажные трубы и фасонные части наивыгоднейших конструкций.

Существенным фактором, повлиявшим на развитие производства и применение пластмасс, является простота изготовления на их основе изделий, в частности непрерывных дренажных труб, а также неограниченные сырьевые ресурсы (рис. 2) [14, 16, 21].

В настоящее время мелиораторам необходимо иметь хотя бы общие понятия о полимерах, полимерных материалах и изделиях для более эффективного их использования в мелиоративном строительстве.

Высокомолекулярными (полимерными) называются соединения, образованные из огромных молекул, так называемых макромолекул [16]. Макромолекулы содержат, как правило, тысячи, сотни тысяч и миллионы атомов,

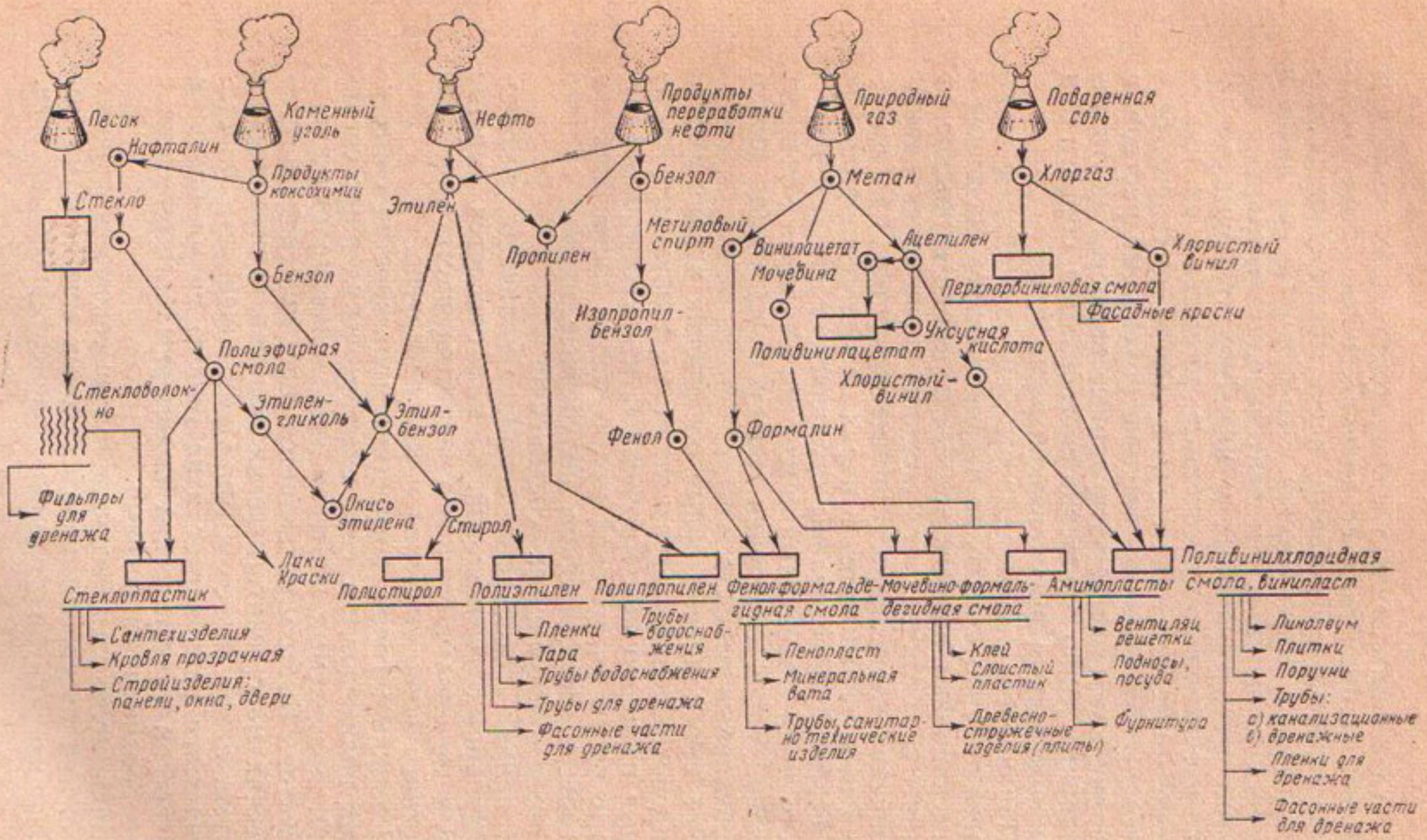


Рис. 2. Схема получения некоторых видов пластмасс и пластмассовых изделий.

прочно связанных между собой, тогда как молекулы обычных органических соединений, называемых низкомолекулярными веществами, насчитывают единицы, десятки и реже сотни атомов. Это основное различие в размерах молекул и, следовательно, молекулярных весов высокомолекулярных и низкомолекулярных соединений и определяет их основные свойства. Так, низкомолекулярные вещества легко и быстро растворяются в растворителях, образуя довольно подвижный раствор, в то время как высокомолекулярные вещества почти нерастворимы, либо медленно растворяются, образуя при этом коллоидный высоковязкий раствор.

При нагревании твердые высокомолекулярные вещества постепенно переходят в вязко-текучее состояние и затем начинают разлагаться без перехода в жидкое состояние. В отличие от жидких низкомолекулярных соединений высокомолекулярные вещества при нагревании не превращаются в пар и не улетучиваются. Все эти свойства обусловлены большой силой сцепления между макромолекулами высокомолекулярных веществ и слабой силой сцепления между молекулами низкомолекулярных веществ.

Все высокомолекулярные соединения в зависимости от происхождения подразделяют на природные, выделенные из природных материалов, искусственные, полученные путем химической модификации природных полимеров, и синтетические, полученные путем синтеза из низкомолекулярных соединений.

В природе встречается огромное количество высокомолекулярных соединений. К ним относятся многие природные смолы, белковые вещества растительного и животного происхождения и многие другие.

С каждым годом возрастает производство синтетических полимеров, то есть высокомолекулярных соединений, получаемых синтезом из низкомолекулярных продуктов. Быстро развивается промышленность пластических масс, синтетических волокон, синтетического каучука, лаков, клеев и др. Промышленность пластических масс располагает в настоящее время большим количеством синтетических полимерных материалов с разнообразными свойствами.

Макромолекулы большинства высокомолекулярных соединений построены из одинаковых многократно повторяющихся групп атомов — элементарных звеньев.

Число звеньев, соединяющихся в макромолекулу при образовании того или иного полимера, не является постоянным: в одних случаях таких звеньев соединяется больше, в других меньше, и в результате получаются молекулы разной величины, то есть различного молекулярного веса, схожие между собой лишь структурным строением звеньев. Поэтому, когда говорят о молекулярном весе полимера, имеют в виду средний молекулярный вес. Например, для поливинилхлорида он равен 100 000, однако в этом полимере могут быть молекулы и с молекулярным весом 130 000, 150 000 и более.

Молекулярный вес высокополимеров влияет на их свойства и зависит от длины цепи. С увеличением длины цепи повышается прочность на разрыв, температура плавления, эластичность, уменьшается растворимость и т. д.

На свойства высокомолекулярных веществ непосредственно влияет структура полимера, то есть форма построения цепи из повторяющихся звеньев макромолекул.

По современным представлениям, высокомолекулярные соединения построены из длинных гибких нитевидных молекул, способных изменять свою форму. Связь между макромолекулами осуществляется физическими силами межмолекулярного воздействия.

Синтетические смолы

Синтетическими смолами называют ряд органических высокомолекулярных продуктов, получаемых синтетическим путем из низкомолекулярных соединений.

Производство синтетических смол основано на двух основных химических процессах — реакциях полимеризации и поликонденсации.

Полимеризацией называют процесс соединения целого числа молекул исходного низкомолекулярного вещества — мономера — в одну большую макромолекулу высокомолекулярного вещества — полимера, элементарный состав которого идентичен составу исходного вещества.

Поликонденсацией называют процесс соединения целого числа молекул исходного низкомолекулярного вещества — мономера — в большую макромолекулу

полимера с выделением во время реакции низкомолекулярных веществ. Элементарный состав продукта поликонденсации не совпадает с элементарным составом исходного мономера.

Пластмассы

Пластмассами называют искусственные материалы, полученные на основе высокомолекулярных органических веществ. Они обладают при действии температуры и давления пластичностью, то есть способностью формоваться, а в обычных условиях сохранять приобретенную форму (в виде готовых изделий).

Пластмассы по их структуре можно разделить на жесткие (пластики) и эластичные (эластики).

Современные типы пластмасс, как правило, содержат три группы веществ: связующие, пластификаторы и наполнители.

Связующими веществами служат синтетические смолы; они являются основой того или иного вида пластмасс или пластмассового изделия, образуя его форму. Характер пластмассы определяется химическим составом основного связующего вещества. Например, применяющиеся в настоящее время в мелиоративном строительстве винипласты представляют собой пластмассы, получаемые на основе поливинилхлорида.

Пластификаторы добавляют к синтетическим смолам для улучшения их эластических и пластических свойств. При введении пластификатора облегчается переработка полимера, а также формование готового изделия. В качестве пластификаторов обычно применяют дибутилфталат, олеиновую кислоту, стеарин, камфару, глицерин и др.

Наполнители придают изделиям бóльшую механическую прочность, предотвращают усадку и сокращают расход смолы, снижая таким образом стоимость изделия.

В большинстве случаев применяют порошковые, волокнистые и слоистые наполнители.

Помимо указанных веществ, в пластмассу часто вводят красители (придающие пластмассовому изделию желаемый цвет), стабилизаторы (стабилизирующие требуемые свойства пластмассовых изделий), антиокислители, ускорители твердения и др.

Пластмассы, физико-механические свойства которых определяются главным образом свойствами наполнителя, называют по характеру наполнителя:

Пластмасса	Наполнитель
Текстолит	Ткань из органических волокон
Стеклотекстолит	Стеклоткань
Стекловолокнит	Отрезки стеклянного волокна
Древолит	Древесный шпон
Асбоволокнит	Распушенный асбест

Из пластических масс путем их переработки различными методами (прессование, литье под давлением, непрерывное выдавливание и др.) можно получать изделия любой формы.

По отношению к нагреванию пластические массы можно подразделить на две группы: термопластичные и термореактивные.

Термопластичные пластмассы характеризуются обратимостью свойств: при нагревании они размягчаются, становятся пластичными, а при охлаждении снова затвердевают, приобретая присущую им механическую прочность и другие свойства, которыми они обладали до нагревания. Размягчение и отвердение можно проводить многократно. К таким пластмассам относятся винипласт, полиэтилен, полипропилен, полистирол и др.

Термореактивные пластмассы при нагревании вначале становятся пластичными и принимают заданную форму; при последующем нагревании они теряют пластичность и формоваться не могут, так как переходят в неплавкое и нерастворимое состояние. Это объясняется тем, что отдельные макромолекулы сшиваются и образуют сетчатую структуру. К таким пластмассам относятся фенопласты и аминопласты.

Связующее. Наиболее распространенными связующими, используемыми в производстве дренажных труб из пластмасс, являются поливинилхлорид и полиэтилен.

Поливинилхлорид (ПВХ) — это продукт полимеризации хлористого винила. Он представляет собой белый или слегка желтоватый порошок с молекулярным весом 100 000 и более.

Плотность поливинилхлоридных смол 1,4 *г/см*^{3}; насыпной вес 0,55—0,25 *кг/л*. Пластифицированные плен-

ки из поливинилхлорида стойки к действию ультрафиолетовых лучей. Твердые, то есть непластифицированные, пленки обладают стойкостью к маслам. При нагревании до 70°С поливинилхлорид размягчается. Прочность на разрыв пленок из поливинилхлорида от 231 до 638 *кГ/см²* (она понижается с уменьшением молекулярного веса и повышением содержания пластификаторов); твердость (по шкале Шора) 15—100, в зависимости от окружающей температуры; удлинение от 50 до 500%, которое обратно пропорционально прочности на разрыв. Пленки имеют высокую прочность на истирание и изгиб. Их эластичность при пониженных температурах зависит от типа и содержания пластификаторов.

В промышленности поливинилхлорид получают полимеризацией хлористого винила в водной среде. Для изготовления труб и пленок полимеризацию осуществляют водносуспензионным способом, при котором получают суспензии с последующим выделением полимера в виде относительно крупных частиц — от 0,01 до 0,3 *мм*.

Пластификаторы. В большинстве случаев пластификаторы представляют собой низкомолекулярные высококипящие жидкости, которые хорошо совмещаются с различными полимерами. Пластификаторы понижают температуру стеклования полимера и повышают эластичность образующихся пленок или других пластиков (однако при этом несколько снижается их механическая прочность).

Процесс взаимодействия молекул пластификатора с молекулами полимера называют набуханием. Это явление основано на свойстве полимера поглощать соответствующие низкомолекулярные жидкости. При этом молекулы пластификатора проникают между звеньями макромолекул полимера, как бы раздвигают эти звенья и обволакивают частицы полимера, благодаря чему последние легко скользят одна по другой.

Пластификаторы, в которых полимеры набухают, называются первичными (или пластификаторами-растворителями). К ним относятся (для виниловых полимеров) сложные эфиры различных кислот.

Пластификаторы, в которых полимеры почти или совсем не набухают, называются вторичными (или пластификаторами-разбавителями). Пластификаторы-разбавители играют роль своеобразной смазки, кроме того, они уменьшают расход более дефицитного и дорогостоящего

первичного пластификатора. Обычно их применяют в смеси с первичными пластификаторами; при этом они облегчают и улучшают процесс пластификации. К пластификаторам-разбавителям относятся хлорпроизводные парафинов, хлорпроизводные нафталина и др.

Для того чтобы действие пластификаторов сохранялось длительное время, они не должны испаряться.

Наполнители. Правильный и рациональный выбор наполнителей, их подготовка и смешение со связующими — важные факторы при изготовлении изделий из пластмасс. К наполнителю предъявляют следующие требования: он должен быть тонкодисперсным, стойким к большинству химических реагентов, однородным, но не должен набухать в воде, не содержать посторонних включений и разлагаться при рабочих температурах. Чем меньше диаметр частичек наполнителя, тем активнее он смачивается (или обволакивается) поливинилхлоридной пастой, что повышает механическую прочность и улучшает качество пленки.

Свойства основных видов пластмасс, применяемых для дренажа

Опыт различных стран показал, что для строительства пластмассового дренажа из числа существующих и выпускаемых промышленностью в массовом количестве пластмассовых материалов наиболее рационально использовать два основных вида: винипласт (твердый ПВХ) и полиэтилен высокой плотности (ПВП).

В настоящее время эти два вида пластмасс выпускают не для строительства дренажа, а для иных целей. Поэтому они не полностью отвечают требованиям дренажного строительства, и при их использовании необходимо знать достоинства и недостатки этих материалов. В дальнейшем химическая промышленность должна будет изготовлять специальные виды пластмасс, полностью отвечающие потребностям водного хозяйства.

Винипласт. Винипласт — твердый упругий термопластичный материал, обладающий относительно высокой для пластмасс прочностью. Получают винипласт введением в поливинилхлоридную смолу стабилизаторов (веществ, повышающих устойчивость материала при нагреве) и последующей термической пластификацией.

В Советском Союзе и в зарубежных странах винипласт производят в больших количествах. Из винипласта готовят трубы, пленки; он является наиболее дешевым видом пластмасс, применяемых для дренажа.

Винипласт, полученный путем термомеханической пластификации поливинилхлорида, в зависимости от температуры его нагрева может быть в трех физических состояниях: в стеклообразном (до 90°С, высокопластичном (от 90 до 165°С) и вязкотекучем (выше 165°С).

Соответственно этим состояниям винипласт обладает характерными для него тремя видами деформации: упругими, высокоэластичными и пластическими.

При нагревании до верхнего предела высокопластичного состояния винипласт как термопластичный материал размягчается, и при приложении небольших усилий ему можно придать желаемую форму, например легко согнуть лист или ленту в трубу. При последующем охлаждении сформированной таким образом трубы винипласт переходит в стеклообразное состояние, затвердевает и форма трубы сохраняется. Этими свойствами винипласта строители и исследователи пластмассового дренажа воспользовались по-разному. Профессор Янерт (ГДР) применил электроподогрев пластмассовой ленты до высокопластичного состояния в трубоформирующем органе, находящемся под землей. Сотрудники СевНИИГиМ применили подогрев винипластовой ленты, свернутой вокруг шаблонного стержня, в горячей воде. После охлаждения сформированная трубка стабилизировалась и стержень удалялся.

На Мещерской зональной опытно-мелиоративной станции ВНИИГиМ применили винипласт в стеклообразном состоянии, при котором он обладает упругими свойствами. При траншейной закладке винипластовых дрен из лент трубы формировались поперечным скручиванием их, протягиванием через формирующее кольцо, скреплением внешними связями (кольцами из проволоки, шнуром и пр.). При бестраншейной закладке ленты протягивали через трубоформирующий орган и полученную трубу закрепляли окружающим грунтом.

Упругие деформации, возникающие в стеклообразном винипласте, незначительны по величине (менее 1%) и обратимы, останавливаются мгновенно с напряжением (или, как говорят, в фазе с напряжением). Величина их определяется законом Гука:

$$E_{упр} = \frac{\sigma}{E_1},$$

где $E_{упр}$ — величина упругой деформации;
σ — величина напряжения;
E_1 — величина модуля упругости винипласта в стеклообразном состоянии.

Высокоэластичные деформации зависят не только от температуры, но и от времени приложения напряжения и времени релаксации, то есть времени установления равновесия между напряжением и деформацией.

Высокоэластичные деформации обратимы, ограничены и устанавливаются не мгновенно (не в фазе с напряжением), а во времени, определяемом временем релаксации.

Пластические деформации не ограничены, не обратимы, и величина их зависит от внутренней вязкости тела и времени.

Общая деформация винипласта как высокополимерного вещества при увеличении нагрузки и длительном времени ее воздействия будет складываться из всех трех видов деформаций:

$$E_{общ} = E_{упр} + E_{эл} + E_{пл}.$$

Для выяснения деформации винипласта при длительном действии на него возрастающих нагрузок на кафедре сопротивления материалов Ленинградского политехнического института было проведено испытание его в следующих условиях.

1. Нагрузка на винипласт увеличивалась ступенями до 50 *кГ/см²* с остановками на каждой ступени до полного затухания деформации.

2. Винипласт выдерживался при постоянных нагрузках, которые увеличивали ступенями через 50 *кг*, до полного затухания деформации (испытание проводилось при температуре 18°С).

В результате исследований винипласта этими методами установлено, что при температуре 18°С и кратковременном действии нагрузки за предел упругости винипласта при растяжении может быть принята величина 200 *кГ/см²* и при сжатии 230 *кГ/см²*.

Испытания при 10°С показали, что с увеличением длительности действия на винипласт нагрузки сопротив-

ление разрыву его уменьшается и через 100—1000 *ч* наступает состояние пластического течения винипласта при нагрузке 2 *кГ/мм²*.

Сопротивление разрыву винипласта при кратковременных и длительных нагрузках, предел текучести, а также относительное удлинение в значительной мере зависят от его температуры (табл. 1).

Таблица 1

Зависимость временного сопротивления винипласта разрыву, предела текучести и относительного удлинения от температуры

Температура, °С	Временное сопротивление разрыву, *кГ/см²*	Предел текучести, *кГ/см²*	Относительное удлинение
20	550	190	7
40	450	110	8
60	330	40	20
80	200	—	135

Из таблицы видно, что с повышением температуры нагрева винипласта временное сопротивление его разрыву и предел текучести уменьшаются. Заметное увеличение относительного удлинения начинается при нагреве винипласта до температуры выше 40°С.

Практически в центральной нечерноземной зоне нашей страны дренажные винипластовые трубы при транспортировании и хранении их в период строительства будут подвергаться действию температур примерно от —30 до +60°С, а в период работы дрен (при заложении в грунт) на основной их части от —5 до +10°С. Пластмассовая лента или дренажная труба может перегреться при неправильном применении искусственного подогрева ее в спускном кожухе дреноукладчика (см. главу 3). Это необходимо учитывать при конструировании устройства для подогрева дренажных труб и лент в рабочем органе дреноукладчика.

Как показал опыт Мещерской опытной станции по строительству пластмассового дренажа, наиболее существенным недостатком винипласта является недостаточная величина удельной ударной вязкости, характеризующая сопротивление материала или изделия удару, в условиях рабочих температур. При температурах ниже 20°С ее величина резко снижается (рис. 3).

Величина удельной ударной вязкости, от которой зависит сопротивление винипластового изделия (в частности дренажной трубки) на разрыв при ударе и вибрации, во многом определяется степенью однородности пластмассового материала, характером связи и направленностью его молекул, а также наличием в изделии трещин и надрезов.

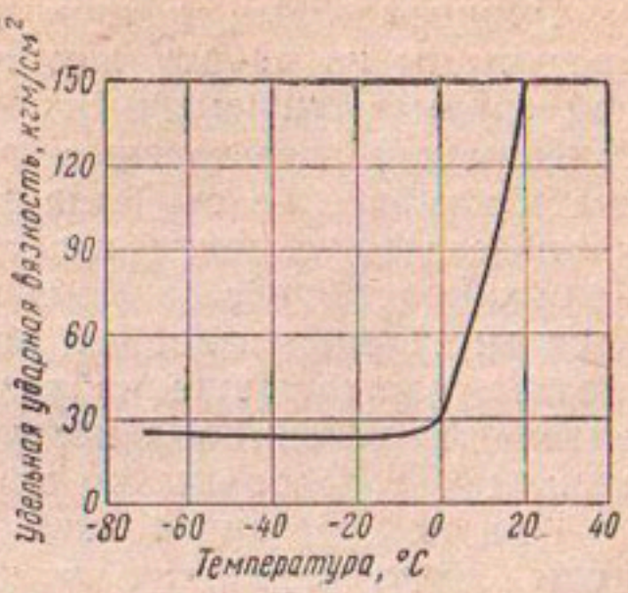


Рис. 3. Зависимость удельной ударной вязкости винипласта от температуры.

В настоящее время при формировании пластмассовых дренажных труб из винипластовых пленок употребляется обычный листовой или рулонный винипласт, изготовленный на каландрах или вальцах. При прохождении через зазоры каландра нитевидные макромолекулы полихлорвиниловой смолы получают одинаковое вытянутое направление вдоль движения материала. При этом происходит так называемый каландровый эффект — макромолекулы под влиянием нагрева и давления удлиняются и растягиваются по направлению каландрирования. После того как материал прошел через зазор каландра и полученная пленка охладилась, молекулы сжимаются до первоначальных размеров. Возврат макромолекул к первоначальному положению, бывшему до прохождения через каландры, называется релаксацией. В результате релаксации пленка получается неоднородной, неравномерной по толщине, в ней возникают неравномерные внутренние напряжения, снижающие сопротивление ее удару.

Относительное удлинение образцов, вырезанных вдоль направления каландрирования, больше, чем у образцов, вырезанных поперек, вследствие большего вытягивания винипластовой пленки вдоль каландрирования.

Таким образом, твердый винипласт, находящийся в стеклообразом состоянии, обладает относительно высокой хрупкостью и имеет склонность к снижению прочности на удар при низких температурах.

Винипластовые дренажные трубки должны быть рассчитаны на работу долгие годы в условиях природной среды осушаемых болот и заболоченных земель, содержащей агрессивные вещества. Поэтому важно знать химические свойства винипласта и степень стойкости его в условиях агрессивных сред. По действию на винипласт агрессивные среды можно разделить на три группы: 1) вода и водный раствор; 2) органические вещества, вызывающие набухание или растворение винипласта; 3) вещества, в присутствии которых происходит химическое превращение винипласта.

При воздействии водной среды на винипласт молекулы воды, проникая в него, несколько ослабляют взаимосвязи макромолекул; вследствие этого по мере возрастания набухания изменяются механические свойства винипласта: уменьшаются сопротивление разрыву, удельная ударная вязкость и относительное удлинение. С прекращением набухания винипласта эти изменения почти прекращаются.

При повышении температуры нагрева скорость набухания винипласта увеличивается и одновременно изменяются его механические свойства — уменьшается сопротивление разрыву и удару, а также относительное удлинение.

Физико-механические и химические свойства винипласта приводятся ниже.

Плотность, $г/см^3$	1,3—1,4
Предел прочности, $кГ/см^2$:	
на растяжение	400—600
на сжатие	800—600
при статическом изгибе	1000—1200
Удельная ударная вязкость за 24 ч, $кГ/см^2$	100—150
Относительное удлинение при разрыве, %	10—15
Морозостойкость, °С	60
Модуль упругости, $кГ/см^2$	4000
Теплоемкость по Мартенсу, °С	65
Удельное объемное сопротивление	$1{,}8 \times 10^{14}$
Коэффициент линейного расширения	0,00008
Удельная теплоемкость, *ккал/г* °С	0,32—0,51
Пробивное напряжение, *кв/мм*	15—35
Температурные пределы применения, °С	От—20 до 60
Температура сварки, °С	220—240
Водопоглощение за 24 ч при 30°С, %	0,4—0,6

Винипласт устойчив к действию кислот, щелочей, растворов различных солей и не подвержен гниению,

Из приведенных характеристик винипласта и сравнения их с аналогичными характеристиками других видов пластмасс можно сделать вывод о том, что он обладает относительно благоприятными свойствами для применения его для строительства дрен, фасонных частей и других дренажных конструкций.

Недостаточная удельная ударная вязкость винипласта при пониженных температурах должна учитываться при конструировании дреноукладчиков и производстве работ.

В настоящее время этот недостаток вызывает необходимость искусственного подогрева винипластовой пленки и труб в спускном кожухе дреноукладчика в период работы при низких температурах (см. главу 3). В дальнейшем перед научно-исследовательскими учреждениями, работающими над усовершенствованием пластмасс, а также перед химической промышленностью стоит задача создать ударопрочный винипласт или какой-либо другой широкодоступный пластик, а также специальные упругие пластмассовые пленки для строительства дренажа с равномерными свойствами во всех направлениях, с одинаково выдержанной по всей площади толщиной и повышенным сопротивлением удару.

В общем случае при обычных температурах наружного воздуха винипласт отличается высокой химической стойкостью, достаточной прочностью, и винипластовые дренажные трубы даже в условиях агрессивных сред осушаемых избыточно увлажненных земель будут весьма долговечными.

Полиэтилен. Полиэтилен — продукт, получаемый в основном полимеризацией этилена при высоком давлении и нагревании в присутствии небольшого количества кислорода.

В последние годы найден способ производства полиэтилена при обычном (низком) давлении. Получаемый при этом полимер превосходит по качеству полиэтилен высокого давления, он имеет более высокую плотность, прочность и менее эластичен. Разработан также способ получения полиэтилена при среднем давлении (40—70 *ат*).

Полиэтилен, полученный при высоком давлении, принято называть полиэтиленом низкой плотности (ПНП), полиэтилен, полученный при низком давлении,— полиэтиленом высокой плотности (ПВП).

Исходным сырьем для изготовления полиэтилена служит газ этилен, получаемый главным образом из нефти (см. рис. 2).

Полиэтилен представляет собой более пластичный и менее прочный строительный материал, чем винипласт, поэтому из него получают трубы только в заводских условиях. Формирование дренажных труб из полиэтиленовых лент в трубоформирователе дреноукладчиков не производится, поскольку полиэтиленовые ленты не обладают достаточной упругостью.

По внешнему виду полиэтилен напоминает парафин. Это твердый, слегка прозрачный материал белого цвета, несколько жирный на ощупь, легко режущийся ножом. Он легче воды, поэтому дренажные трубы, заложенные в заполненную водой дренажную траншею и своевременно не пригруженные, всплывают. Полиэтилен термопластичен и химически стоек. При обычных температурах на него не действуют ни кислоты, ни щелочи, ни окислители.

Полиэтилен широко используется в народном хозяйстве, и в частности в гражданском строительстве, для изготовления водопроводных труб. Трубы из полиэтилена значительно легче стальных, благодаря гибкости их легко укладывать в траншеи, они не подвержены коррозии. При замерзании воды полиэтиленовые трубы не лопаются, поскольку полиэтилен обладает высоким коэффициентом линейного расширения.

Для изготовления дренажных труб применяют полиэтилен высокой плотности (ПВП). Его основные физико-механические свойства при температуре 20°С приведены ниже.

Плотность, *г/см*³	0,94—0,96
Предел прочности, *кГ/см*²:	
на растяжение	220—400
на сжатие	240
Модуль упругости, *кГ/см*²	5000—9000
Температура хрупкости, °С	—30
плавления	125—135
Теплопроводность, *кал/см сек* °С	0,00096
Коэффициент линейного расширения на 1°С	0,0002

Полиэтилен устойчив против большинства минеральных кислот, щелочей и окислителей.

Прочность и упругость полиэтилена зависят от температуры:

Температура, °С	Предел прочности при растяжении, кГ/см²	Модуль упругости, кГ/см²
—40	285	1 3600
—20	215	7 400
0	170	3 050
20	130	2 200
40	90	—
50	—	970
60	60	—

Из приведенных данных видно, что при повышении температуры прочность полиэтилена и его упругие свойства снижаются. Это нужно учитывать, в частности, при перевозке и хранении полиэтиленовых дренажных труб для предохранения их от деформации.

Старение полиэтилена, выражающееся в понижении его механических свойств, повышении жесткости и хрупкости, происходит под влиянием кислорода воздуха и воздействия солнечных лучей. Для предотвращения старения в полиэтилен вводят антиокислители (стабилизаторы): ароматические амины, фенолы и сернистые соединения, а также сажу (от 1 до 3%). Сажа затормаживает окислительные процессы, уменьшает действие света. В условиях работы дрен (в укрытии от солнечных лучей и слабом воздействии кислорода воздуха) полиэтилен весьма долговечен.

* * *

На основании изложенного можно сделать следующие выводы.

В настоящее время для дренажа в зоне избыточного увлажнения рекомендуется применять трубы из винипласта и полиэтиленовые.

Ввиду неполного соответствия физико-механических свойств этих материалов мелиоративным требованиям химическая промышленность должна в ближайшее время создать специальные синтетические материалы для мелиоративного строительства. Они должны быть такими, чтобы из них можно было изготовлять для дрен-осушителей непрерывные цельнотянутые и пленоч-

ные дренажные трубы с тонкими стенками, с достаточной прочностью и устойчивостью в условиях транспортировки, хранения, строительства и длительной эксплуатации при невысокой стоимости. Для траншейных и бестраншейных дрен можно применять различные материалы и трубы. Коллекторные трубы можно изготовлять отрезками, удобными для транспортирования. Пластмассовые ленты следует изготовлять специально для дренажа с оплавленными гладкими кромками, исключающими образование боковых трещин.

ГЛАВА 2. ПЛАСТМАССОВЫЕ ДРЕНАЖНЫЕ ТРУБЫ

Конструкции дренажных труб

Дренажные трубы — это основной конструктивный элемент дрены, с помощью которого регулируют влажность почвы вблизи растения, отводят от корней растения избыточные воды (рис. 4 и 5).

Суть современной закрытой дренажной системы заключается в том, что на избыточно увлажненных землях закладывают в грунт на определенную глубину систему труб, которые под действием разности напоров воды внутри труб и вне их как бы «отсасывают» из земли избыточную для растений грунтовую воду и отводят ее за пределы осушаемого участка.

От правильной работы дрен зависит водно-воздушный и связанный с ним тепловой и пищевой режимы, устанавливающиеся в активном слое почвы вблизи растения под влиянием действия осушительной системы.

Основная задача осушительных дрен — вовремя отводить от растения избыточную грунтовую воду и создавать тем самым в активном слое почвы осушаемых земель благоприятные условия для жизни культурных растений.

Дрена в современном ее понимании должна обязательно включать в себя устойчивую во времени трубу с необходимой водоприемной и водоотводящей способностью, заложенную на достаточную глубину с уклоном, обеспечивающим сток вод

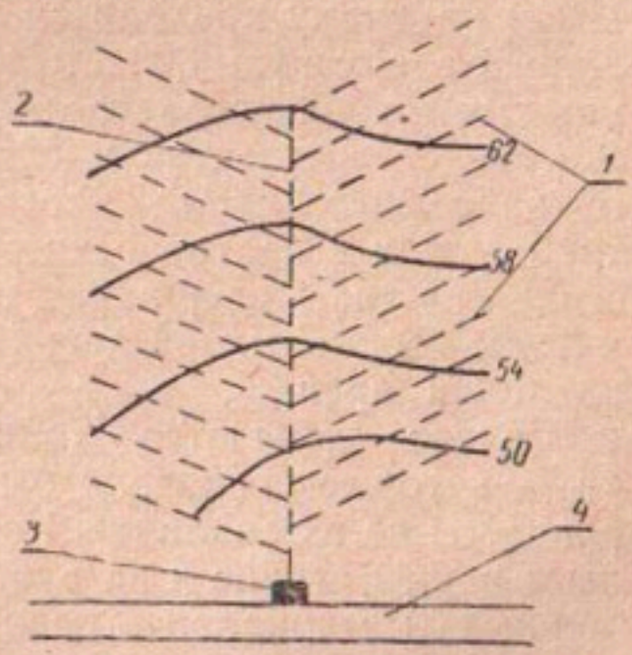


Рис. 4. Закрытая дренажная сеть: *1* — закрытые дрены; *2* — закрытый коллектор; *3* — устье коллектора; *4* — водоприемник.

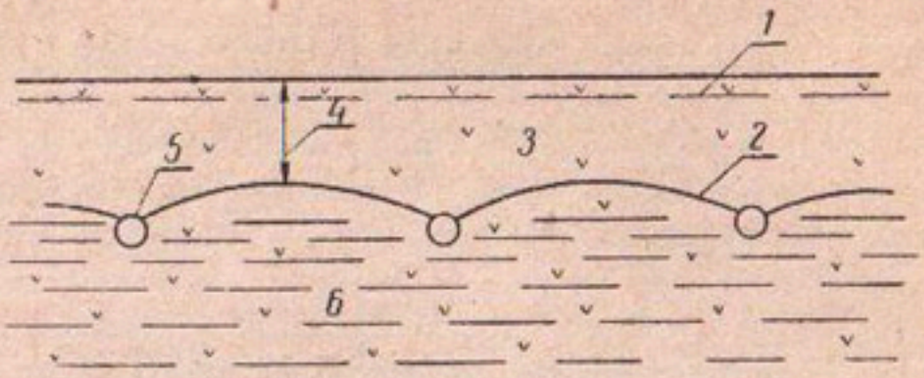


Рис. 5. Действие дренажа:

1 — поверхность грунтовых вод до осушения; *2* — поверхность грунтовых вод после осушения; *3* — осушенный слой торфа; *4* — норма осушения; *5* — закрытая дрена; *6* — грунтовые воды.

по ней. Дрены с различными заполнителями в виде хвороста, камней, гравия не оправдали себя на практике.

Долгий период времени дренажные трубки изготовляли из местных природных материалов (глина, древесина). Основной недостаток их состоит в том, что они слишком коротки, например гончарные трубки имеют длину 33 *см*. Так как длина дрен обычно бывает 100—150—200 *м*, то в траншею при строительстве одной дрены приходится укладывать множество маленьких трубочек, вручную подгоняя их одну к другой и изолируя каждый стык фильтрующим материалом от проникновения в дренажную трубу ила. На каждую гончарную дрену длиной 100 *м* рабочему приходится подгонять, оправлять и изолировать вручную 300 стыков. Такие конструкции дренажных трубок удовлетворяли строителей при кустарном способе строительства и слабом развитии механизации. В настоящее время старые конструкции дренажных труб вошли в противоречие с прогрессивными методами строительства, сдерживая переход на индустриальные методы строительства дренажа, на полную механизацию закладки дрен.

Сейчас требуются такие конструкции дренажных труб, которые позволяли бы полностью механизировать процессы по их закладке. Конструкции таких труб созданы в нашей стране и за рубежом на основе новых полимерных материалов — пластмасс (рис. 6, табл. 2 и 3).

Наиболее совершенные пластмассовые дренажные трубы имеют длину, равную длине дрен, и позволяют строить дрены без стыков. Вода поступает в них через перфорационные отверстия или водоприемные швы в

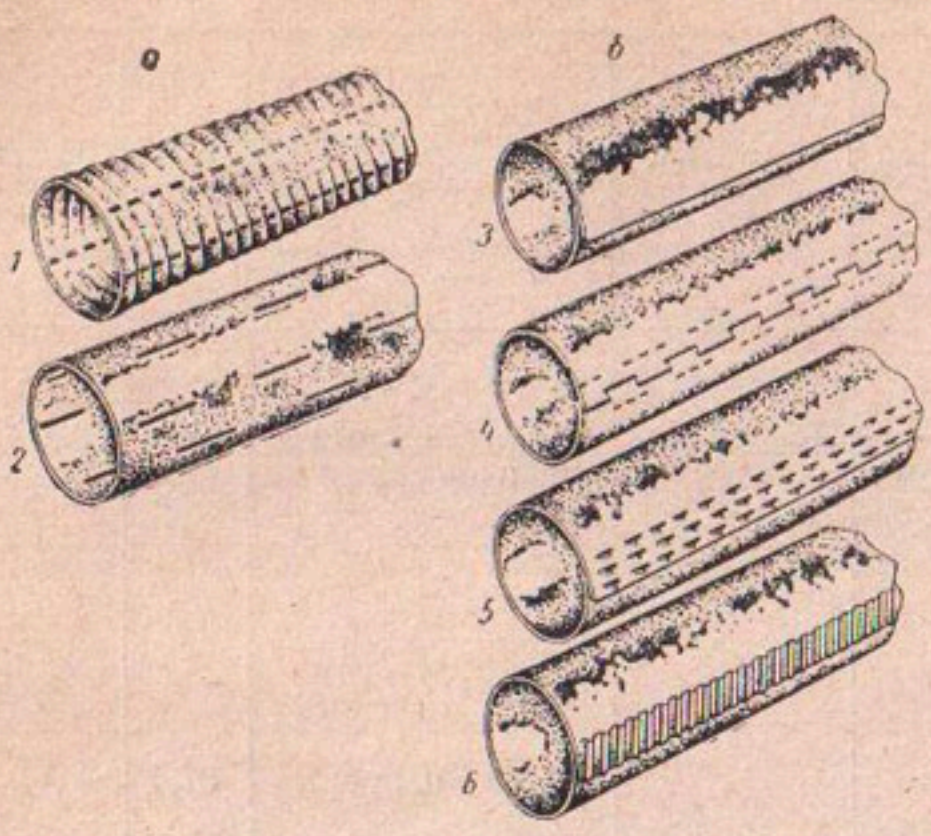


Рис. 6. Основные виды пластмассовых дренажных труб:

а — промышленного изготовления; *б* — из упругих лент; *1* — гофрированная; *2* — гладкая; *3* — с упругоподжатой нахлесткой; *4* — с замком «молния» и перфорацией; *5* — с перфорированной нахлесткой; *6* — с упругоподжатой нахлесткой и гофрированной кромкой.

трубках из упругих пленок. Для изоляции от проникновения в трубы ила их обертывают фильтрующими материалами или устраивают илозащитные водоприемные отверстия, позволяющие создавать микрофильтры из окружающего трубы грунта (см. рис. 8 и 31).

Для того чтобы выполнять свою основную задачу — отводить грунтовые воды, дренажные трубки должны отвечать определенным мелиоративно-техническим требованиям:

1) принимать в себя определенное количество грунтовой воды в заданное время;

2) отводить принятую воду за пределы участка;

3) быть долговечными.

Первое требование обеспечивается достаточными внутренними рабочими размерами труб, а также правильным выбором размеров и форм водоприемных отверстий, их сохранностью и применением мер для повышения их работоспособности.

Характеристика пластмассовых дренажных труб, изготовляемых

Изготовитель труб	Вид пластмассы	Тип труб	Условный проход, мм	Толщина стенки, мм	Площадь водоприемных отверстий, $см^2/пог.м$
Вильнюсский химический завод	Полиэтилен	Гофрированные непрерывные	50	2,0	10
Вильнюсский химический завод	»	Гладкие непрерывные	37,4	1,8	5—9
ВНИИГиМ	Винипласт (твердый ПВХ)	Гладкие непрерывные из пленки, с упругоподжатой нахлесткой	50	0,7—0,9	Около 10
ВНИИГиМ	»	Гладкие непрерывные из пленки, с перфорированной нахлесткой	50	0,7—0,9	Около 8
ВНИИГиМ	»	Гладкие непрерывные из лент с замком „молния“	50	0,7—0,9	Около 5

Таблица 2

в СССР, и способов их закладки в грунт

Вид водоприемного отверстия	Размеры водоприемных отверстий, *мм*		Число водоприемных отверстий	Расположение водоприемных отверстий	Способ укладки труб
	ширина	длина			
Продольная щель	1,0	25	40	По периметру в 3 ряда	Траншейный и бестраншейный
Продольная щель	0,5	25	80	По периметру в 6 рядов	Траншейный и бестраншейный
Продольная щель в виде упругоподжатой нахлестки	Переменная	1000	1	Сбоку в 1 ряд	Бестраншейный
Продольная щель	1,0	3,0	250	Сбоку или снизу в 3 ряда	»
Фигурная в замке „молния"	Переменная	40	25	Сбоку или снизу в 1 ряд	»

Характеристика некоторых пластмассовых дренажных труб, изго-

Страна	Изготовитель (фирма), марка	Материалы	Тип труб
Англия	„Лемфлекс"	Твердый ПВХ	Гофрированные в бухтах
Англия	Институт сельскохозяйственной техники	„ „	Гладкие непрерывные из лент, с замком „молния"
Нидерланды	„Вавин"	„ „	Гладкие, отрезками длиной 5–6 *м*
Нидерланды	„ „	„ „	То же
Нидерланды	Институт	„ „	Гладкие, непрерывные, из пленки, с перфорированной нахлесткой
ГДР	Грейфсвальдский институт почвоведения и мелиорации	„ „	Гладкие непрерывные из лент, с перфорированной нахлесткой
ГДР	Ростокский университет	„ „	Гладкие непрерывные из лент, с замком „молния"
ГДР	Институт сельскохозяйственной техники	„ „	Гладкая непрерывная из лент, с замком „молния"
Австрия	„Альпентранспорт"	„ „	Гладкие из лент, с перфорированной нахлесткой
Австрия	„Альпентранспорт"	„ „	Гладкие непрерывные из лент, с перфорированной нахлесткой
Финляндия	„Вето-45"	„ „	Гофрированные в бухтах
Финляндия	„Вето-55"	„ „	То же
США	Корнелльский университет	„ „	Гладкая непрерывная из лент, с нахлесткой
ФРГ	„Ангер"	„ „	Гладкие отрезками 5—6 *м*
ФРГ	„СБФ"	„ „	Гофрированные в бухтах
ФРГ	„Эгепласт"	Полиэтилен	То же

Таблица 5

товляемых в зарубежных странах, и способов их закладки в грунт

Условный проход, *мм*	Толщина стенки *мм*,	Площадь водоприемных отверстий, *см²* на 1 *пог. м*	Форма водоприемных отверстий	Число водоприемных отверстий на 1 *пог. м*	Размеры водоприемных отверстий, *мм*		Число рядов прорезей	Способ закладки
					ширина	длина		
50	0,8	5	Продольная щель	66	0,5	1,5	3	Бестраншейный
50	0,5	10	Фигурная в замке „молния“	50	Переменная	40	2	Бестраншейный
38,4	0,8—0,9	9	Продольная щель	60	0,6	25	4	Траншейный
50	1,0	6	То же	40	0,6	25	4	„
38	0,8	8	Продольная щель	25	1,0	3,0	2	Бестраншейный
25	0,4	6	Продольная щель	200	1,0	3,0	2	Бестраншейный
38	0,4	5	Фигурная в замке „молния“	33	Переменная	30	1	Бестраншейный
25	0,4	4	То же	33	То же	30	1	Бестраншейный
30	0,4	5	„ „	200	1,0	2,5	2	Бестраншейный
60	0,4	10	Продольная щель	400	1,0	2,5	4	Бестраншейный
41	0,75	8	То же	645	1,0	1,3	3	Траншейный и бестраншейный
51	0,9	9	„ „	645	1,0	1,4		То же
50	0,6	10	Продольная щель внизу	1	Переменная	100	1	Бестраншейный
37	1,5	6—16	Продольная щель	80	0,4—1,0	20	4	Траншейный
26	0,6	5	„ „	520	0,6	1,5	2	„
37	15	24	„ „	1600	0,5	3,0	16	„

Второе — чистотой внутреннего сечения труб и достаточными уклонами труб, обеспечивающими необходимую скорость тока воды по трубе.

Третье — сохранностью водоотводящего отверстия при нахождении трубы в грунте и долговечностью материала, из которого она изготовлена.

Размеры дренажных труб

Наиболее распространенные гончарные дренажные трубы, применяемые как в нашей стране, так и за рубежом, имеют круглое сечение водоотводящего отверстия диаметром 50 *мм*. В США минимальный диаметр труб из условий эксплуатации принят равным 100 *мм*. Некоторые исследователи и изготовители (табл. 2 и 3), исходя из того, что шероховатость у чистых пластмассовых труб меньше, чем у гончарных, подходя к выбору диаметра дренажных труб так же, как водопроводных, предложили уменьшить диаметр водопроводящего отверстия дренажных труб, изготовленных из пластмасс. По нашему мнению, это предложение не обосновано и нецелесообразно. Опыт Мещерской зональной опытно-мелиоративной станции по применению пластмассового дренажа в производственых условиях показал, что практически шероховатость дренажных труб после нескольких лет работы их в грунте зависит не от шероховатости материала, из которого они изготовлены, а от шероховатости отложений в трубках, поэтому меньшая шероховатость пластмасс по сравнению с керамикой не может служить в обычных условиях работы дрен основанием для уменьшения диаметра дренажных трубок. Помимо того, известно, что в отличие от водопроводных труб в современных условиях долговечность работы гончарных дренажных трубок зависит от времени заиления их водоотводящих отверстий, а не от материалов, которые являются по существу вечными. Чем меньше водоотводящие отверстия дренажных труб, тем меньшим количеством ила их можно закрыть. Практика показывает, что для повышения надежности работы дренажа необходимо увеличить диаметр дренажных трубок.

Так, например, в нашей стране при реконструкции дренажных систем в Калининградской области гончарные дренажные трубки, имеющие внутренний диаметр 25 мм, заменяют трубками диаметром 50 *мм*.

Из сказанного вытекает, что в СССР в настоящее время не следует диаметр дренажных трубок принимать меньше 50 мм. Диаметр дренажных труб дрен осушителей следует принимать конструктивно, как это делается для регулирующих элементов открытой осушительной сети.

Водоприемные отверстия

В гончарных дренах водоприемными отверстиями служат щели, образующиеся в местах стыков гончарных трубок. Размер их зависит от качества полученных на заводе торцов дренажных трубок и качества укладки трубок рабочими. Торцы гончарных трубок, изготовляемых многими заводами, имеют большие неровности. Вследствие этого щели в стыках трубок даже при плотной подгонке их во время укладки получаются выше допустимых. Если же учесть невысокую квалификацию рабочих, укладывающих дренажные трубки, и недобросовестное отношение к работе некоторых рабочих, которых привлекают временно на работу по строительству дренажа, щели в стыках получаются абсолютно недопустимыми. Наблюдались случаи (например, при строительстве дренажа в пойме р. Яхромы), когда трубка от трубки укладывалась на расстоянии десятков сантиметров.

В новом виде дренажа при применении пластмассовых дренажных непрерывных труб получены совершенно новые возможности создания водоприемных отверстий дренажных труб. Водоприемные отверстия таких труб образует машина-автомат, которая гарантирует их постоянство и не допускает искажения.

Кроме того, при пластмассовом дренаже создаются водоприемные отверстия самых различных размеров и типов (рис. 6, 7). В цельнотянутых трубах водоприемные отверстия устраивают в виде круглых или щелеобразных перфорационных отверстий, расположенных с одной стороны или по периметру. При укладке труб в грунт односторонние перфорации могут размещаться либо внизу уложенной трубы, либо сбоку. В трубах из лент вид водоприемных отверстий получается различным в зависимости от типа шва трубы. При недостаточной величине водоприемных отверстий шва суммарную величину водоприемных отверстий трубы можно увеличить за счет

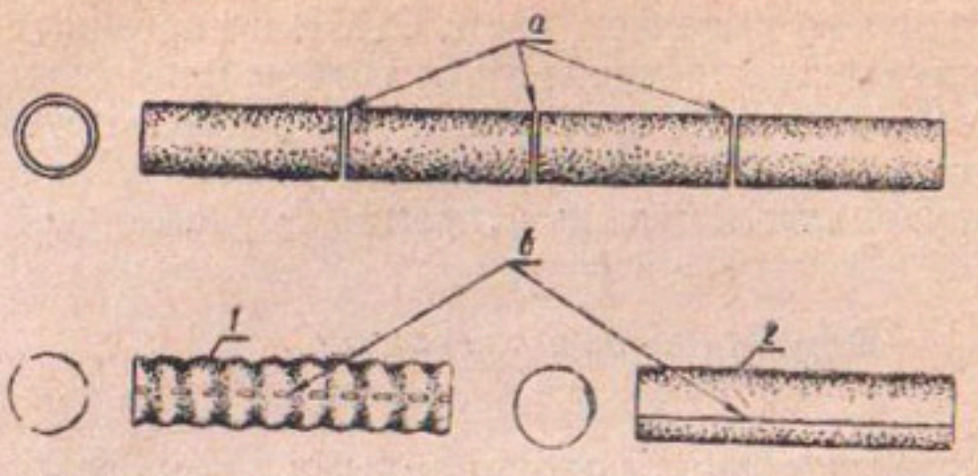


Рис. 7. Водоприемные отверстия дренажных труб:
а — гончарных; *б* — пластмассовых; *1* — цельнотянутые трубы; *2* — трубы из лент.

перфорации лент, или гофрирования их кромок, как это сделано Мещерской ЗОМС (рис. 6).

Особенно интересна возможность создания незаиляемых водоприемных отверстий в пластмассовых дренажных трубах (рис. 8 и 31). Примером может быть водоприемное отверстие трубы из ленты с упругоподжатой нахлесткой, применяемой Мещерской ЗОМС с 1960 г. [12, 29]. Исследование этих труб на заиляемость при закладке их в песчаные мелкозернистые грунты показали, что после трех лет работы в полевых производственных условиях они были практически чисты от ила. Объясняется это тем, что шов типа «упругоподжатая нахлестка» представляет собой клинообразное отверстие для входа воды в трубы, ориентированное более широкой частью клина вниз. При таком шве создается естественный грунтовой фильтр, который, пропуская воду, защищает трубу от проникновения грунта.

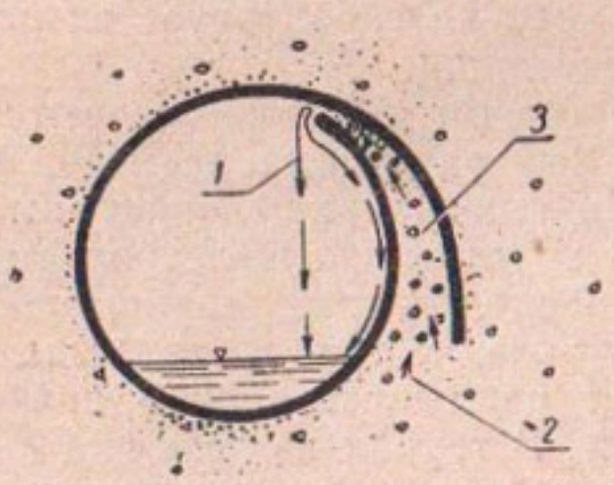


Рис. 8. Незаиляемая дренажная труба из упругой ленты:
1 — вода; *2* — ил; *3* — естественный фильтр.

Наблюдения за работой пластмассового дренажа на болоте Тинки в Рязанском районе Рязанской области показали, что пластмассовая дрена с упругоподжатым швом способна в весеннее время при высоких уровнях грунтовых вод принимать

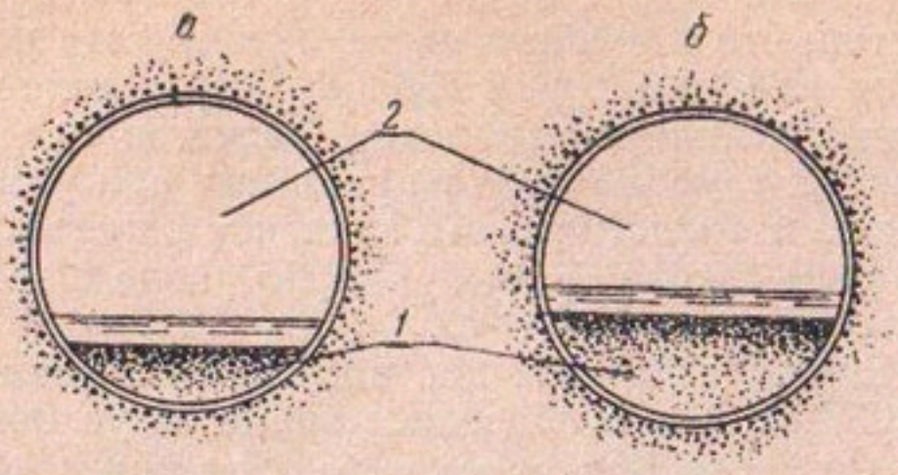


Рис. 9. Водопроводящее отверстие заиленных дренажных труб:

а — меньшая степень заиления; *б* — бóльшая степень заиления. *1* — ил; *2* — водопроводящее отверстие.

и отводить с полей самое большое количество избыточных вод (рис. 26).

Это особо важно для дренажных трубок, которые должны с максимальной быстротой отводить избыточные грунтовые воды весной и при подъеме их летом от выпадающих дождей, с тем чтобы обеспечить более раннее начало посевных работ и минимальную длительность подтопления корневой системы растений. Водоприемную способность пластмассовых труб можно увеличить путем обертывания их стекломатериалами [49].

Водоотводящая способность

Водоотводящая способность дренажных труб зависит от подтока воды, размеров водоотводящего отверстия, шероховатости стенок, уклона трубы и обеспеченности выхода дренажных вод в устье трубы.

Размеры водоотводящих отверстий дрен обычно принимают конструктивно, так как они не постоянны во времени. Они изменяются в зависимости от степени заиления дренажных труб (рис. 9).

Практика показала, что дрены могут надежно отводить воду при заилении дренажных трубок с круглыми водоотводящими отверстиями диаметром 50 *мм* на 25%. Поэтому в инструкциях по эксплуатации закрытого дренажа предусмотрено при заилении дренажных трубок до 25% сечения очистку от ила не выполнять. На основании сказанного считаем, что в пластмассовых трубках

можно иметь примерно те же размеры водоотводящих отверстий, что и в обычных трубах, то есть равные площади круга с диаметром 50 *мм*. Шероховатость стенок при выполнении контрольных расчетов пластмассовых дренажных трубок следует принимать при условии механического и биологического заиления их сечения на 25%. Она в этом случае будет примерно равна шероховатости обычных гончарных труб.

Уклоны дрен до сих пор обычно принимали в пределах 0,002—0,003. В последнее время из условий лучшей борьбы с заилением рекомендуется уклоны дрен увеличивать. Пластмассовые дрены, не имеющие поперечных стыков, выгодно отличаются от обычных гончарных дрен тем, что они безопасны в отношении размыва грунта текущими по дрене водами при больших уклонах дрен.

Устья пластмассовых дрен имеют более совершенную конструкцию, чем при гончарном дренаже. Обычно гончарные дрены разрушаются в устье из-за просадки коротких дренажных гончарных трубок в месте сопряжения их с устьевой трубой. В пластмассовом дренаже это исключено, так как пластмассовая дренажная труба, присоединяемая к коллектору в устье, непрерывна (рис. 10). Пластмассовые фасонные части надежно соединяют дрены с коллектором.

Долговечность

Долговечность пластмассовых дренажных труб зависит от свойств материала, из которого они изготовлены, и сохранности свободных от ила размеров водоотводящего отверстия.

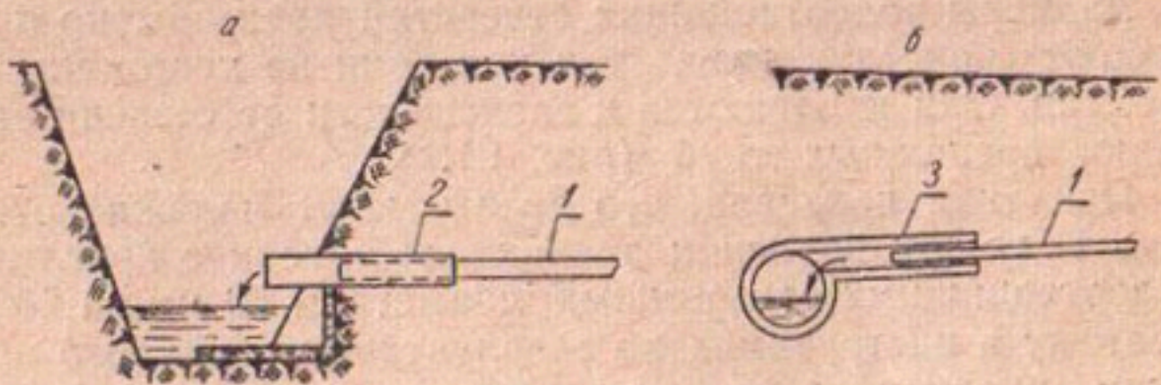


Рис. 10. Соединение пластмассовых дрен с коллектором:
а — с открытым; *б* — с закрытым; *1* — дренажная труба; *2* — устьевая труба; *3* — тройник.

Материалы, из которых изготовляют пластмассовые трубы (винипласт, полиэтилен), «стареют» от действия ультрафиолетовых лучей и резких колебаний температур. Это вызывает необходимость уделять особое внимание использованию этих материалов в неблагоприятных условиях влияния солнечного света и резких колебаний температуры воздуха, то есть в устьевой части дрен, впадающих в открытые коллекторы. В этих местах необходимо применять толстостенные пластмассовые трубы. В остальной же части дрен трубы находятся практически в темноте при отсутствии резких колебаний температур. Есть основание полагать, что пластмассовые трубы в этих условиях могут работать не менее 100 лет. При проектировании можно принять срок службы их 50 лет, по аналогии с водопроводными трубами.

Сохранность свободного от ила водоотводящего сечения зависит от двух причин: сохранности трубы от разрушения под действием внешних сил и степени заиления отверстия.

Для сохранности труб из непластичных материалов от разрушения обычно применяют трубы с достаточной толщиной стенок, определяемой расчетом. При недостаточной толщине стенок образуются трещины, стенки обрушиваются, в образовавшиеся отверстия поступает грунт, закрывающий водоотводящее отверстие дренажной трубы. Трубы из пластических материалов, имеющие упругие деформации стенок, практически не разрушаются и, как показали шестилетние исследования работы пластмассового дренажа в полевых условиях, проведенные Мещерской ЗОМС, могут сохранять водопропускную способность и при изменении формы сечения.

Уменьшение свободного сечения водоотводящего отверстия пластмассовых дренажных труб ввиду их заиления происходит с различной интенсивностью с течением времени. Ученые-мелиораторы принимают меры для замедления этого процесса, способного вначале уменьшить сечение водопропускного отверстия дренажной трубы, а в конце концов закрыть его полностью. При строительстве обычных гончарных дрен наблюдались случаи полного заиления водоотводящих дренажных труб через 1—2 года после строительства дрен из-за некачественной укладки гончарных трубок с недопустимо большими размерами стыковых щелей и плохой изоляцией стыков [33]. Применение пластмассовых дренаж-

ных труб, изготовленных с соблюдением технических требований, исключает опасность такого катастрофически быстрого заиления. В перспективе уменьшение водоотводящих отверстий дренажных труб будет полностью исключено, так как возможно применять специальные незаиляемые дренажные трубы, закрытые совершенными фильтрами или имеющие специальные защитные от заиления водоприемные отверстия.

Для предохранения дренажных труб с обычными водоприемными отверстиями от заиления в последнее время стали применять покрытие их искусственными фильтрами из стекломатериалов [25]. Мещерской ЗОМС и ЛатНИИГиМ предложены конструкции незаиляемых дренажных трубок с клиновидными и конусными водоприемными отверстиями (рис. 8, 31).

При индустриализации строительства закрытого дренажа и полной его механизации способ изоляции водоприемных отверстий дрен вручную в настояще время не может быть принят. Кабельная промышленность давно освоила различного вида оплетки и изоляции кабелей связи. Поэтому, применяя механизмы, аналогичные существующим в кабельной промышленности, не представляет особой трудности, при участии химиков, работающих в области полимеров, создать дренажную трубу с оболочкой, защищающей трубу от механического и биологического заиления. Можно ожидать, что в недалеком будущем будут созданы дренажные трубы не только из однородных монолитных, но и из разнородных пористых и армированных пластмасс. Появятся новые виды пластмассового дренажа: микропористый, армопластовый и др. С появлением полимерных синтетических строительных материалов открылась поистине неисчерпаемая возможность совершенствования дренажной трубы — основного регулирующего элемента осушительной системы. Теперь уже дренажная труба будет непрерывно и быстро меняться и совершенствоваться. Возможности к тому открыли полимеры. Наступила пора заняться конструкциями осушительных дрен более внимательно, более глубоко, рассматривая дрены как сложные гидротехнические микросооружения.

В настоящее время наша отечественная промышленность выпускает пластмассовые цельнотянутые дренажные трубы из полиэтилена, руководствуясь утвержден-

ными в мае 1964 г. (на 1964—1967 гг.) временными техническими требованиями к дренажным трубам.

Технические требования к дренажным трубам

Дренажные трубы из пластических материалов предназначаются для устройства трубчатого дренажа при осушении болот (торфяных грунтов) и переувлажненных минеральных земель.

Материалы для изготовления дренажных труб должны удовлетворять следующим требованиям:

сохранять свои физико-химические свойства неизменными в течение длительного времени (не менее 30 лет) и быть устойчивыми к действию агрессивных вод;

не являться питательной средой для микроорганизмов, грибков и животных (грызунов);

не обладать хрупкостью и текучестью под воздействием нагрузки от грунта.

Основными материалами для изготовления дренажных труб могут быть: винипласт, полиэтилен и полипропилен.

Дренажные трубы из пластиков должны изготовляться в отрезках или бухтах, гладкие или гофрированные. Длина труб в отрезках должна быть 6 *м*, а в бухтах от 100 до 150 *м* (длина труб обусловливается заказами на отдельные партии изготовляемых труб).

Дренажные трубы для дрен-осушителей (диаметром менее 75 *мм*) должны иметь водоприемные отверстия. Конструкции труб должны обеспечивать постоянство формы и размеров полости труб и водоприемных отверстий. Дренажные трубы одного диаметра должны соединяться между собой посредством раструба, предусматриваемого на одном конце каждой трубы, или соединительных муфт.

Водоприемные отверстия должны быть расположены равномерно по контуру и выполнены в виде продольных параллельных щелей длиной 25—30 *мм* и шириной 0,4—0,6 *мм*. Общая длина водоприемных отверстий должна быть равна двойной длине трубы.

Трубы диаметром свыше 50 *мм*, предназначенные для коллекторов, изготовляют без водоприемных отверстий.

Дренажные трубы в поперечном сечении должны иметь размеры:

Внутренний диаметр труб, *мм*	Толщина стенки труб, *мм*	
	из винипласта	из полиэтилена
40	0,6	1,0
50	0,8	1,2
75	1,2	1,5
100	1,5	2,0

Отклонения толщины стенок труб допускаются: для труб диаметром до 50 *мм*—0,05 *мм*, а для труб большего диаметра —0,1 *мм*.

Допустимое отклонение внутреннего диаметра труб от номинального ±2%.

Для соединения дренажных труб-осушителей с коллекторами изготовляют фитинги. Фитинги должны иметь проходные отверстия диаметром 100 *мм*, а входные — диаметром 50 *мм*, и комплектоваться переходными патрубками с отверстиями 100×75 и 50×40 *мм*. Оси патрубков тройников должны быть взаимно перпендикулярными или располагаться под углом 60°.

Дренажные трубы диаметром 40 и 50 *мм* по особому заказу могут обертываться фильтрующим материалом из стекловаты или профилона.

Дренажные трубы из пластиков должны допускать их хранение и транспортировку при температуре от −25°С до +65°С в условиях атмосферных воздействий.

Они должны выдерживать давление грунта от 0,5 до 0,7 *кг/см*². Трубы из пластиков должны выпускаться заводом в таре, не допускающей их повреждения на складе или при перевозке.

* * *

Из сказанного следует, что применение пластмасс в практике осушения позволило перейти к более совершенным конструкциям дренажных трубок.

В настоящее время можно рекомендовать для строительства дрен-осушителей готовые непрерывные гофрированные и гладкостенные винипластовые и полиэтиленовые трубы промышленного изготовления и трубы из винипластовой пленки, формируемые в бестраншейном дреноукладчике в процессе закладки дрены (с упругоподжатой нахлесткой и с перфорированной нахлесткой).

Минимальный диаметр пластмассовых труб для дрен-осушителей, исходя из условий эксплуатации, следует принимать 50 *мм*. Размеры коллекторных труб нужно брать по расчету. Для дренажных коллекторов можно использовать трубы, выпускаемые промышленностью для водопроводных систем [18] с переходом в будущем на специальные трубы.

Минимальные размеры водоприемных отверстий пластмассовых труб для дрен-осушителей следует принимать равными размерам водоприемных отверстий гончарных дрен, проверенных многолетней практикой.

Для предохранения дрен-осушителей от заиления, помимо обертки их фильтрующими материалами, следует применять конструкции пластмассовых незаиляемых труб со специальными водоприемными отверстиями (клиновидными, конусными).

Трубы для дрен-осушителей должны выпускаться длиной, равной проектным длинам дрен, в упакованных бухтах. Трубы для коллекторов можно изготовлять длинными отрезками, удобными для транспортировки.

Срок нормальной работы пластмассовой дренажной системы рекомендуется принимать 50 лет. Устьевые участки дрен-осушителей, присоединяемых к коллекторам без фасонных частей, и коллекторов следует устраивать из толстостенных пластмассовых труб. Для соединения дрен-осушителей с закрытыми коллекторами целесообразно пользоваться фасонными частями из пластмасс.

Существующие временные «Технические требования на дренажные трубы из пластических материалов» должны быть пересмотрены на основе последних результатов исследований.

ГЛАВА 3. СТРОИТЕЛЬСТВО ПЛАСТМАССОВОГО ДРЕНАЖА

Использование пластмасс в мелиоративном строительстве позволило не только создать лучшие по сравнению с применяемыми ранее конструкции дренажных труб, но и улучшить технологию строительства дренажа. Повысилась производительность труда, снизилась стоимость закладки дрен, облегчен труд рабочих, резко уменьшился тоннаж грузоперевозок.

Особенности строительства пластмассового дренажа определяются отличием новых пластмассовых дренажных труб от гончарных. При пластмассовом дренаже вместо коротких гончарных трубок применяют длинные цельнотянутые пластмассовые трубы промышленного изготовления или непрерывные трубы, формируемые из упругой винипластовой ленты (рис. 11 и 12). При этом отпадает необходимость ручной подгонки труб в стыках и ручной изоляции каждого стыка, как это делают при укладке гончарных трубок.

Пластмассовый дренаж в нашей стране строят траншейным и бестраншейным способами. Траншейным способом дрены закладывают в РСФСР, БССР, Литовской ССР, Латвийской ССР и Эстонской ССР. Бестраншейный способ строительства применяют в РСФСР, Латвийской и Литовской ССР.

Для бестраншейного строительства необходимы специальные бестраншейные дреноукладчики, конструкции которых разработаны наиболее полно ВНИИГиМ и ЛитНИИГИиМ. ЛатНИИГиМ применяет Веймарский дреноукладчик-кротователь (ГДР).

Траншейное строительство

Строительство пластмассового дренажа траншейным способом наиболее широко развито в Белорусской ССР, где работы ведутся под руководством БелНИИМиВХ, и в Литовской ССР, где работами руководит ЛатНИИГиМ.

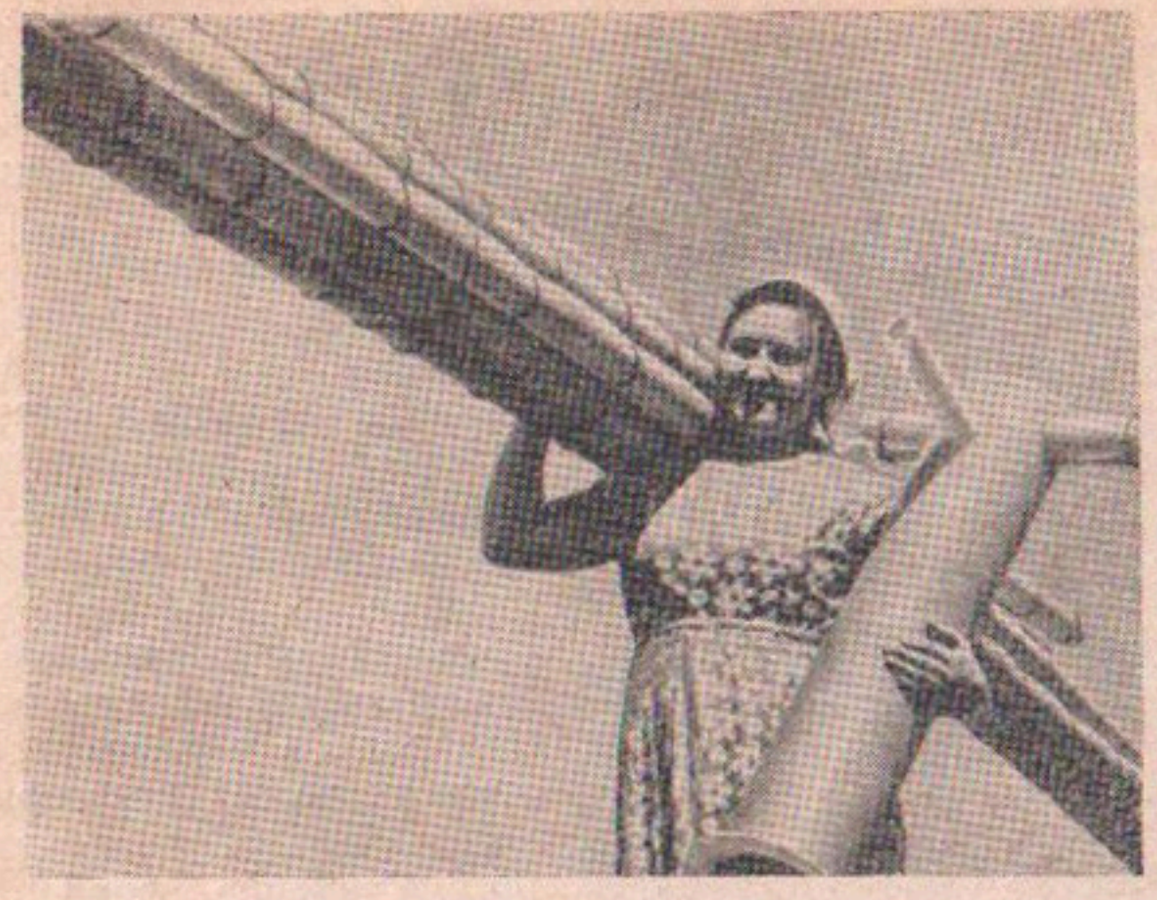


Рис. 11. Дренажные трубы, изготовленные из упругих лент, и смотровой винипластовый колодец очень легки.

Машины и приспособления. Пластмассовый дренаж траншейным способом можно строить с помощью обычных дренажных траншейных экскаваторов ЭТН-171, ЭТЦ-202 Таллинского экскаваторного завода и им подобных.

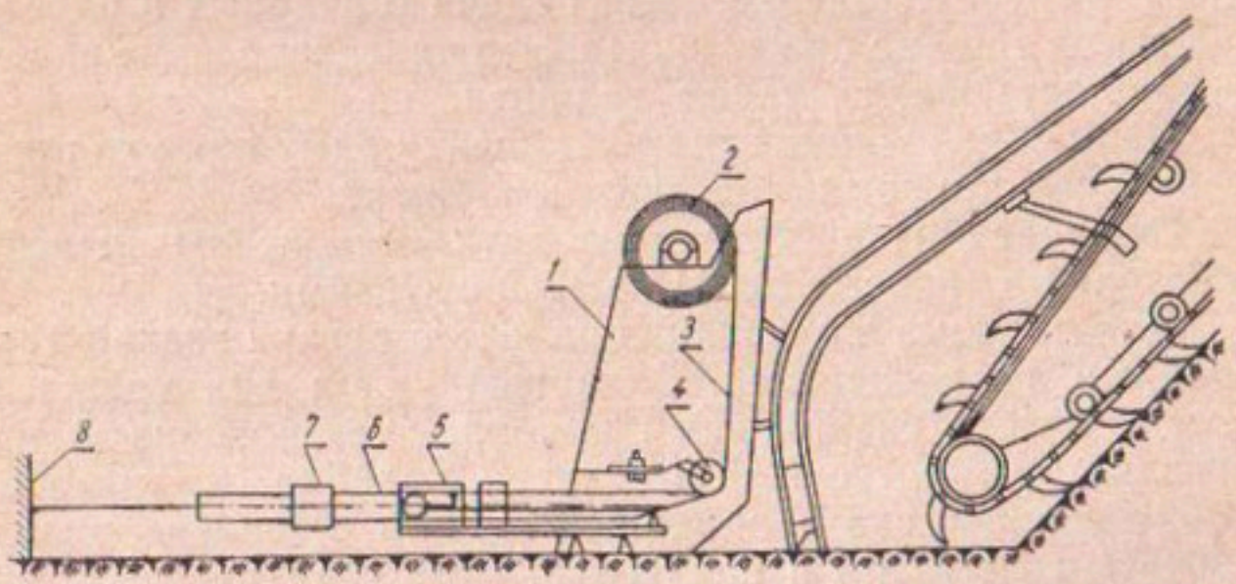


Рис. 12. Схема работы дооборудованного траншейного экскаватора ЭТН-171 при строительстве пластмассового дренажа из лент:

1 — приспособление для укладки гончарных трубок; *2* — катушка с рулоном пластмассовой ленты; *3* — пластмассовая лента; *4* — направляющий ролик; *5* — трубоформирователь ТП-400; *6* — дренажная труба; *7* — захват; *8* — якорь.



Рис. 13. Траншейный экскаватор ЭТН-171.

Цепной траншейный экскаватор ЭТН-171 (экскаватор траншейный навесной) (рис. 13) предназначен для рытья траншей прямоугольного сечения шириной 0,5 *м* и глубиной до 1,85 *м* с заданным уклоном дна траншеи под укладку гончарных и других труб, а также дренирующего материала. Экскаватор представляет собой самоходную машину на гусеничном ходу. Он работает в грунтах до III категории включительно, допускающих удельное давление не менее 0,3 *кг/см*². Траншея с заданным уклоном дна выполняется в один проход с укладкой грунта на левую сторону траншеи. Заданный уклон выдерживается автоматически с помощью следящей системы. Экскаватор снабжен специальным приспособлением — трубоукладчиком для подачи гончарных и пластмассовых труб на дно траншеи. Это приспособление предотвращает обвал стенок траншеи.

Цепной рабочий орган имеет сверху раму для укладки гончарных трубок и передвижного лотка.

Ковшовая цепь состоит из двух бесконечных цепей, к которым прикреплены 11 ковшей с зубьями.

Для подъема и опускания рабочего органа экскаватор снабжен гидросистемой. Заданный уклон дна траншеи обеспечивает специальный прибор, установленный на экскаваторе, состоящей из литой коробки, в которой смонтированы два шарнирных рычага, соединяющихся зубчатым сектором и шестерней. Угол поворота рычагов ограничивается регулировочными винтами. Рычаг шестерни имеет на конце клеммы, которые при его отклонении на определенный угол соприкасаются с контактными винтами электропроводки прибора световой сигнали-

зации автоматической следящей системы. При этом корректируется положение рабочего органа по высоте и подается световой сигнал.

Рычаг зубчатого сектора на конце имеет резьбовое гнездо, в которое ввинчивается стрелка, скользящая при работе экскаватора по направляющей проволоке, натянутой на мерные металлические вешки вдоль траншеи под углом, соответствующим заданному уклону дна.

Прибор уклона дна траншеи подвешен к раме рабочего органа на двух центрах, так что при наличии груза обеспечивается горизонтальное положение прибора независимо от положения экскаватора.

Для укладки гончарных трубок экскаватор снабжен приспособлением, соединенным через направляющие швеллеры с верхней рамой рабочего органа. Приспособление имеет желоб трапециевидного профиля для опускания труб на дно траншеи и сиденье для рабочего. В кабине водителя расположен щиток с сигнальными лампами (красной и зеленой) и кнопками ручного управления рабочим органом. На переднем щитке имеются переключатели ручного и автоматического управления рабочим органом.

Если зажигаются лампочки, значит, глубина копания неверна. При работе с включенной автоматикой сигнальные лампочки служат для контроля действия автоматической системы, а при ручном управлении они сигнализируют о необходимости изменения глубины копания.

Техническая характеристика экскаватора ЭТН-171

Производительность, *м³/час*	90
Глубина траншеи (максимальная), *м*	1,85
Ширина траншеи, *м*	0,5
Емкость ковша, *л*	23
Скорость ковшовой цепи, *м/сек*	0,71/1,14
Тип двигателя	Д-48Л
Рабочие скорости передвижения, *м/час*	47—196
Габаритные размеры в транспортном положении, *м*:	
длина	8,4
ширина	2,78
высота	3,1
Вес, *т*	9,23

Цепной траншейный экскаватор ЭТЦ-202 предназначен для рытья траншей прямоугольного сечения глубиной до 2 *м* и шириной 0,5 *м*. Экскаватор работает в грунтах

до II группы включительно, с удельным давлением не менее 0,38 *кг/см²*. Допускаются твердые включения (камни размерами до 35 *см*).

Грунт, вынутый из траншеи, выгружается дуговым транспортером на правую или левую сторону траншеи.

Техническая характеристика экскаватора ЭТЦ-202

Производительность, *м³/час*	100
Глубина траншеи (максимальная), *м*	2,0
Ширина траншеи, *м*	0,5
Емкость ковша, *л*	23
Скорость ковшовой цепи, *м/сек*	0,7/1,15
Тип двигателя	Д-50
Мощность двигателя, *л. с.*	50
Рабочие скорости передвижения, *м/час*	15—400
Габаритные размеры (в транспортном положении), *м*:	
длина	8,49
ширина	2,34
высота	2,4
Вес, *т*	8,32

Для закладки пластмассовых дрен из непрерывных полиэтиленовых труб промышленного изготовления БелНИИМ и ВХ предложил дооборудовать экскаватор ЭТН-171 съемным барабаном для намотки труб, прижимным приспособлением и присыпающим устройством (рис. 14).

ЛатНИИГиМ для удобства подачи трубы в лоток экскаватора применил петлю, прикрепляемую у кабины экскаваторщика, для разматывания бухт полиэтиленовых труб на объекте предложил применять специальные сани.

ВНИИГиМ дополнил дреноукладочное устройство экскаватора ЭТН-171 кассетой для пластмассовой ленты, трубоформирователем (рис. 12) и направляющим устройством с кольцеобразным отверстием, которое монтируется на крыше кабины экскаваторщика.

Закладка дрен. 1. Подготовительные работы. Состав подготовительных работ при траншейном строительстве пластмассового дренажа такой же, как и при строительстве гончарного дренажа [36], а именно: на местности от коллектора выносят в натуру проектную трассу дрены; нивелируют трассу с разбивкой пикетов для установки мерных вех; устанавливают мерные вехи; по ним натягивают ориентирную проволоку следящего устройства уклонодатчика.

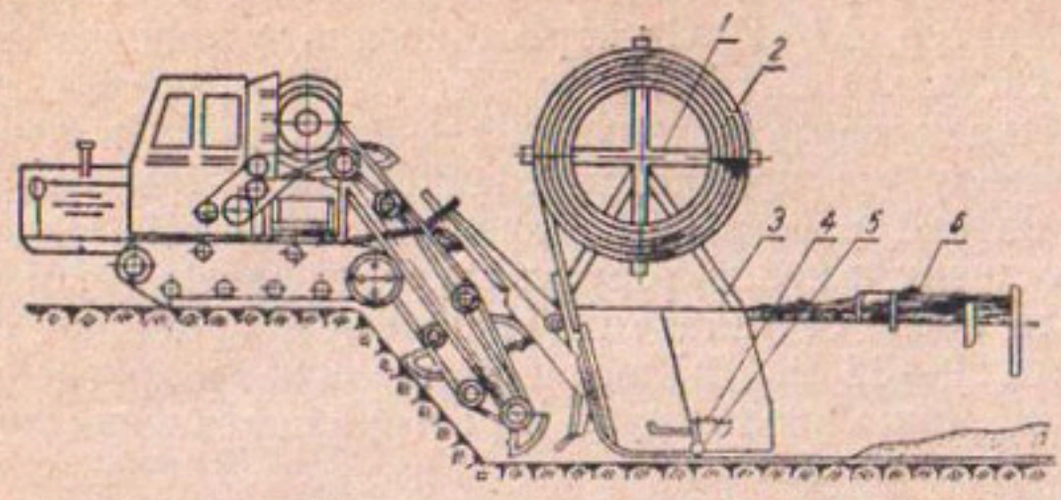


Рис. 14. Схема установки дополнительного оборудования на экскаватор ЭТН-171 при строительстве пластмассового дренажа из готовых труб:

1 — съемный барабан; *2* — бухта полиэтиленовых труб; *3* — кронштейн; *4* — пружина ролика; *5* — профилированный ролик; *6* — треугольная деревянная рама для присыпки труб рыхлым грунтом.

Дренажные трубы, доставляемые на строительство в бухтах, либо перематывают на барабан экскаватора [20], либо растягивают вдоль проектной трассы дрены.

2. Закладка дрен из труб промышленного изготовления. При закладке дрен из труб промышленного изготовления применяют в основном трубы отрезками длиной не меньше длины дрены. Последние доставляют на объект свернутыми в бухты.

При укладке полиэтиленовых труб в дренажную траншею, заполненную водой, их следует сразу же пригружать присыпным грунтом, так как ввиду их легкости они способны всплывать на поверхность.

Белорусский научно-исследовательский институт мелиорации и водного хозяйства (БелНИИМ и ВХ) рекомендует учитывать при укладке пластмассового дренажа высокий коэффициент линейного термического расширения материала [20]. Величина температурного изменения длины дрен определяется формулой:

$$\Delta l = \lambda l \Delta t,$$

где l — длина дрены в момент укладки, *м*;

Δt — разность между максимальной и минимальной температурой в момент укладки дрены и в период эксплуатации, °С;

λ — коэффициент линейного расширения на 1°С (для полиэтилена $\lambda = 0{,}0002$, для поливинил хлорида $\lambda = 0{,}00008$).

При длине полиэтиленовой дрены $l=100$ *м* и разности температур $\Delta t=20°C$ укорочение или удлинение ее может составить $\Delta l=0{,}4$ *м*.

Исходя из значительных температурных изменений, рекомендуется принимать специальные меры для предотвращения расстройства дренажных линий. Подсоединять дрену к коллектору следует не раньше чем через 2 часа после ее укладки в траншею и присыпки слоем грунта 20—30 *см*. Аналогично выполняют и другие соединения. Длина входа трубы в раструб соединения должна быть не менее 5 *см*.

Укладка полиэтиленовых дренажных труб с зазором (впритык) не допускается, так как при пониженных температурах концы труб могут разойтись на значительную величину, что может вызвать заиление дренажа. Нижнюю часть траншей (на 20—30 *см*) с уложенными пластмассовыми трубами следует засыпать мягким рыхлым грунтом. Не допускается засыпка крупными комьями земли, камнями и древесными остатками. Окончательно траншею засыпают бульдозерами. Грунт в траншее не уплотняют, а избыток его насыпают в виде валика над ней. В местах сочленений труб обязательно следует тщательно утрамбовать грунт.

3. Закладка дрен из труб, формируемых из лент. Траншейное строительство дрен из труб, формируемых из винипластовых лент, выполнено в опытных системах ВНИИГиМ, СевНИИГиМ, БелНИИМиВХ, СевНИИГиМ и БелНИИМиВХ укладывали в траншеи ленточные трубы, сформированные перед укладкой вне траншеи. ВНИИГиМ укладывал трубы, как сформированные на бровках траншеи, так и изготовляемые в траншее во время движения траншейного экскаватора (рис. 12). СевНИИГиМ и БелНИИМиВХ закладывали трубы, сформированные в горячей среде, с несомкнутыми кромками, со сквозным продольным водоприемным швом. ВНИИГиМ закладывал трубы со швами типа упругоподжатой нахлестки, скрепленной кольцами (рис. 11) с перфорированной нахлесткой и замком «молния», формируемые в холодном состоянии [4, 11, 12, 22].

При закладке пластмассовых труб из лент во избежание повреждения их при засыпке необходима особая осторожность и тщательность.

В начале закладки труб траншейным экскаватором дрены в устье нужно закреплять якорными устройствами

для предохранения от продольного движения по траншее (рис. 12). Для гашения вибрации труб, находящихся во время движения экскаватора в натянутом состоянии, необходимо присыпать их грунтом сразу после выхода из бункера экскаватора. При укладке в условиях температур, при которых величина допустимой ударной вязкости становится недостаточной, нужно применять подогрев лент, укрытых в этом случае специальным металлическим кожухом.

Строительство коллекторов. При траншейном строительстве пластмассовых коллекторов дополнительных устройств к траншейным эксваторам не требуется. Коллекторные трубы закладывают в траншеи отрезками длиной до 8 *м*. Полиэтиленовые трубы соединяют враструб, винипластовые можно укладывать впритык. Длина раструба полиэтиленовых труб, учитывая возможные термические продольные деформации полиэтиленовых труб, должна быть не менее 50 *мм*.

Коллекторы в пластмассовом дренаже из экономических соображений строят сейчас в основном из гончарных труб. При снижении цен на пластмассовые трубы будет целесообразен переход от гончарных к пластмассовым коллекторам. В связи с этим Всесоюзным научно-исследовательским институтом гидротехники и мелиорации испытываются в полевых условиях пластмассовые коллекторы из винипластовых водопроводных труб заводского изготовления и из винипластовой пленки. Из пленки заложены коллекторы диаметром до 70 *мм*, достаточные для мелких систем выборочного дренажа.

Гидравлический расчет водоотводящего сечения коллекторных винипластовых труб можно выполнять по формуле Научно-исследовательского института санитарной техники:

$$100i = 0{,}025 \frac{Q^{1.774}}{D^{4.774}},$$

где Q — дренажный расход, *л/сек;*
D — внутренний диаметр труб, *дм;*
i — уклон дренажного коллектора.

Гидравлический расчет коллекторных полиэтиленовых труб можно вести по формуле БелНИИМиВХ, полученной А. И. Мурашко:

$$100i = 0{,}0256 \frac{Q^{1.75}}{D^{4.894}},$$

где условные обозначения те же.

Гидравлический расчет поливинилхлоридных гофрированных труб можно выполнять по формуле Н. Бринка и С. Нильсона:

$$Q = 24{,}2D^{2{,}665}\, i^{0{,}493},$$

где обозначения те же, но размерность Q дана в *м*^{3}/*сек*, а D в *м*.

При Q в *л/сек* и D в *дм* эта формула принимает вид:

$$100i = 0{,}0452\,\frac{Q^{2{,}028}}{D^{5{,}405}}.$$

Траншейный способ строительства пластмассового дренажа можно в настоящее время применять на любом мелиоративном объекте нашей страны, где могут работать дренажные многоковшовые траншейные экскаваторы. Применение пластмассового дренажа даже при старом, траншейном способе строительства позволяет повысить производительность труда на строительстве дренажных систем и исключить брак дрен, возникающий из-за некачественного стыкования дренажных трубок неопытными или недобросовестными рабочими.

Однако траншейный способ закладки пластмассовых дрен с помощью существующих в нашей стране многоковшовых дренажных экскаваторов имеет много недостатков:

работа рабочего в траншее в условиях, вредных для здоровья;

необходимость создания сложных и металлоемких траншейных экскаваторов, а также необходимость применения бульдозеров для обратной засыпки траншей;

сезонность использования двигателей экскаваторов;

неоправданное удорожание строительства дренажа, вызываемое отрывкой и обратной засыпкой траншей (рис. 15);

незначительное снижение стоимости закладки дрен по сравнению с гончарным дренажем.

Бестраншейный способ строительства дрен не имеет этих недостатков:

работа человека в траншее исключается;

траншейные экскаваторы заменяются более простыми, значительно менее металлоемкими машинами, бестраншейными дреноукладчиками;

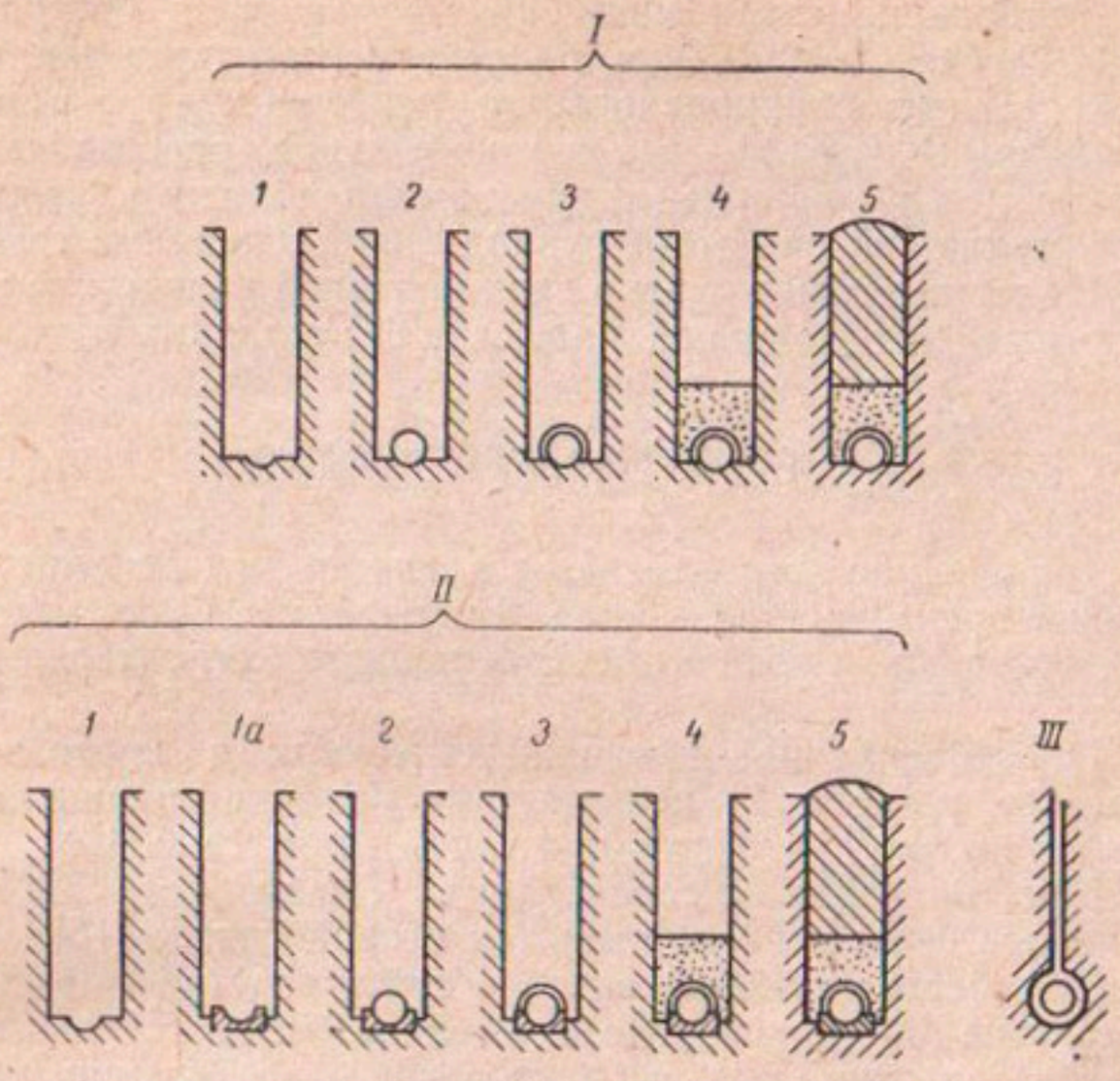


Рис. 15. Технологическая последовательность рабочих процессов при закладке дрен:

I — при траншейном способе закладки гончарных дрен без стеллажей: *1* — отрывка траншеи; *2* — укладка трубок; *3* — изоляция стыков; *4* — засыпка трубок вручную; *5* — засыпка бульдозером; *II* — при траншейном способе закладки гончарных дрен на стеллажах; *1* — отрывка траншеи; *1а* — укладка стеллажей; *2* — укладка трубок; *3* — изоляция стыков; *4* — засыпка трубок вручную; *5* — засыпка бульдозером; *III* — при бестраншейном способе закладки пластмассовых дрен.

необходимость применения бульдозеров для засыпки дренажных траншей отпадает;

трактор, на который навешивается бестраншейный дреноукладчик, можно использовать круглый год;

стоимость закладки дрен-осушителей при бестраншейном способе уменьшается в 2—4 раза и более по сравнению с траншейным, так как исключаются отрывка и засыпка траншей, работа укладчика в траншее и др., а производительность увеличивается (табл. 5).

Исходя из этого, как в нашей стране, так и за рубежом (ГДР, Англия, Австрия, США) в последние годы ведутся работы по разработке нового бестраншейного строительства пластмассового дренажа.

Наибольший экономический эффект дает бестраншейный способ закладки пластмассового дренажа из тонкостенных гофрированных и ленточных труб в неустойчивых грунтах, где во избежание расстройства стыков между гончарными трубками необходимо устройство стеллажей, на которые укладывают гончарные трубки. Пластмассовые трубы в этих условиях вследствие их непрерывности можно закладывать без стеллажей.

Бестраншейное строительство

Бестраншейное строительство дренажа имеет существенные преимущества перед траншейным. Существуют два основных способа бестраншейного строительства дрен:

1) затаскивание дренажных трубок в кротовину через ее устье и 2) непрерывная укладка дренажных трубок на дно кротовины или узкой щели (рис. 16).

Как показали исследования Мещерской ЗОМС, наиболее совершенным является второй способ [13].

При бестраншейном способе строительства дрен необходимы бестраншейные дреноукладчики. Научно-исследовательские и конструкторские организации уже давно работают над созданием бестраншейных дреноукладчиков гончарного дренажа. Но решить удовлетворительно этот вопрос до сих пор не удалось из-за малой длины трубок и их хрупкости, так как при закладке трубок бестраншейным способом образуются большие щели между ними или же трубки разрушаются.

Создание непрерывных пластмассовых труб и лент, из которых формируют дренажные трубы, позволило по-новому решить вопрос бестраншейного строительства дрен. Пластмассовый бестраншейный дренаж строят в настоящее время с удовлетворительным качеством как в опытных, так и в производственных системах в нашей стране и за рубежом. Для бестраншейной укладки пластмассового дренажа созданы специальные бестраншейные дреноукладчики, вспомогательные машины и приспособления.

Машины и приспособления. Пластмассовый дренаж — новый вид дренажа, имеющий свои особенности, которые должны учитываться при конструировании и применении мелиоративных машин.

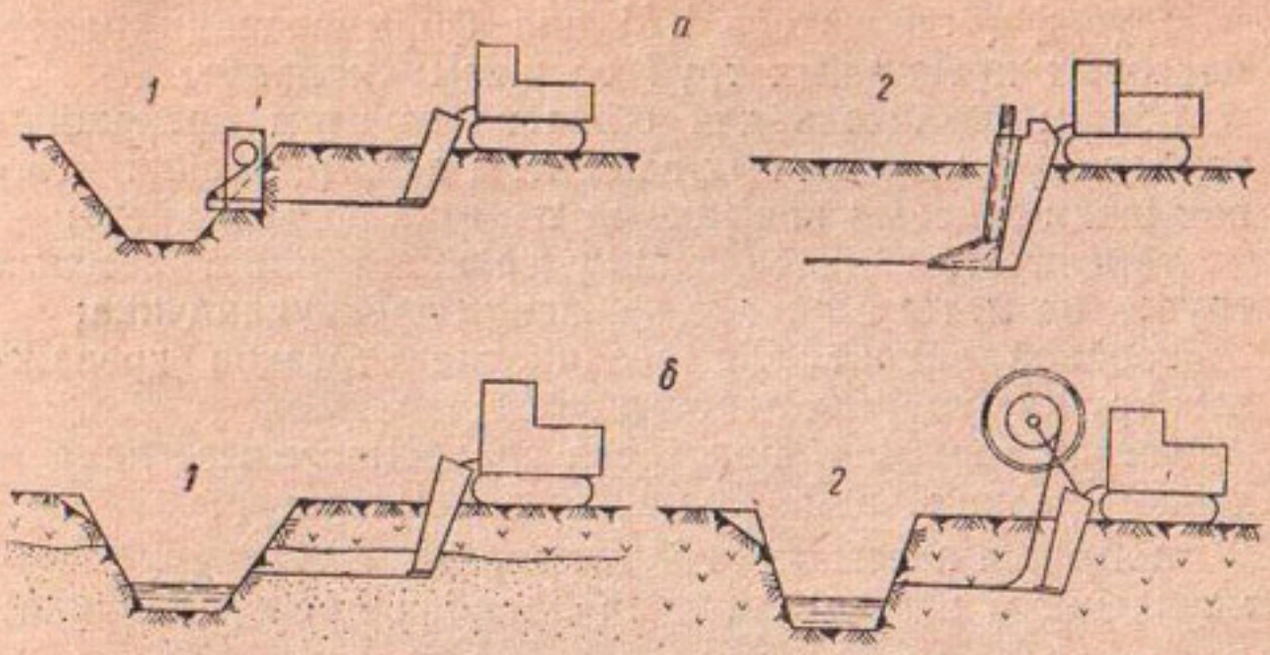


Рис. 16. Способы строительства бестраншейного дренажа из пластмасс:

а — из пленки; *1* — формирование трубы у устья дрены и затаскивание ее по кротовине $\left(\frac{d_{\text{дрены}}}{D_{\text{дренера}}}=1\right.$; максимальная возможная длина дрены по прочности материала на разрыв 10 *м*); *2* — формирование трубы рабочим органом дреноукладчика $\left(\frac{d_{\text{дрены}}}{D_{\text{дренера}}}=1\right.$; длина дрены любая); *б* — из готовой трубы; *1* — затаскивание от устья в подстилающие пески (возможная длина дрены 120 *м* при $\frac{d_{\text{дрены}}}{D_{\text{дренера}}}=0{,}5—0{,}9$); *2* — подача трубы в грунт через спускной кожух дреноукладчика (длина дрены любая).

Для бестраншейной закладки пластмассовых дрен Мещерской ЗОМС совместно с Рязанским ГСКБ и Рязанским филиалом Гос НИТИ разработан комплекс машин, механизмов и приспособлений, позволяющий закладывать дрены из пластмассовых упругих пленок и из готовых труб промышленного изготовления.

В комплекс машин, механизмов и приспособлений для бестраншейного строительства пластмассового дренажа входят:

бестраншейный дреноукладчик ДПБН-1,8 с двумя сменными рабочими органами для закладки дренажа из пластмассовых упругих лент и для закладки дрен из готовых труб промышленного изготовления;

трубоформирователь ТУН для формирования пластмассовых дренажных труб со швом типа «упругоподжатая нахлестка» из упругих пластмассовых лент;

трубоформирователь ТПН для формирования пластмассовых дренажных труб со швом типа «перфорированная нахлестка» из упругих пластмассовых лент;

трубоформирователь ТМ для формирования пластмассовых дренажных труб со швом «молния»;

обжим-рыхлитель для обжатия грунтом дренажных трубок, сформированных из лент, и для рыхления стенок щели с целью повышения подтока воды к дрене;

тарельчатый якорь для удержания пластмассовых трубок на месте в начале движения дреноукладчика;

двойной захват для соединения отрезков дренажных труб из упругих лент в шурфе;

устройство для подогрева пластмассовых лент в дреноукладчике в период низких температур;

стенд для перемотки гибких пластмассовых труб промышленного изготовления на барабан дреноукладчика;

станок для резки пленки, устройства фигурных кромок для замка «молния» и перфорирования пленки;

станок для перфорирования толстостенных бесшовных готовых пластмассовых труб заводского изготовления и др.

Машины, механизмы и приспособления, применяемые при закладке пластмассовых дрен, имеют свои особенности.

Бестраншейный навесной дреноукладчик ДПБН-1,8 конструкции Мещерской ЗОМС предназначен для строительства закрытого дренажа на болотах. Это навесное орудие к трактору Т-100МБГС, оборудованному ходоуменьшителем. Дреноукладчик (рис. 17, 18) имеет два типа сменного рабочего органа: 1) для формирования и укладки трубы из упругой ленты и 2) для укладки готовых цельнотянутых дренажных труб.

Основные узлы дреноукладчика ДПБН-1,8 (рис. 19, 20): черенковый нож, электромагнитная следящая система, рабочий орган для формирования и укладки трубы из упругой ленты и рабочий орган для укладки готовых цельнотянутых дренажных труб.

Черенковый нож телескопической конструкции предназначен для прорезания щели в грунте шириной 8 *см* и глубиной до 1,8 *м*. Одновременно черенковый нож служит базисной деталью, на которой крепятся все узлы дреноукладчика.

Электромагнитная следящая система предназначена для автоматического регулирования глубины укладки дрены, то есть соблюдения заданного уклона.

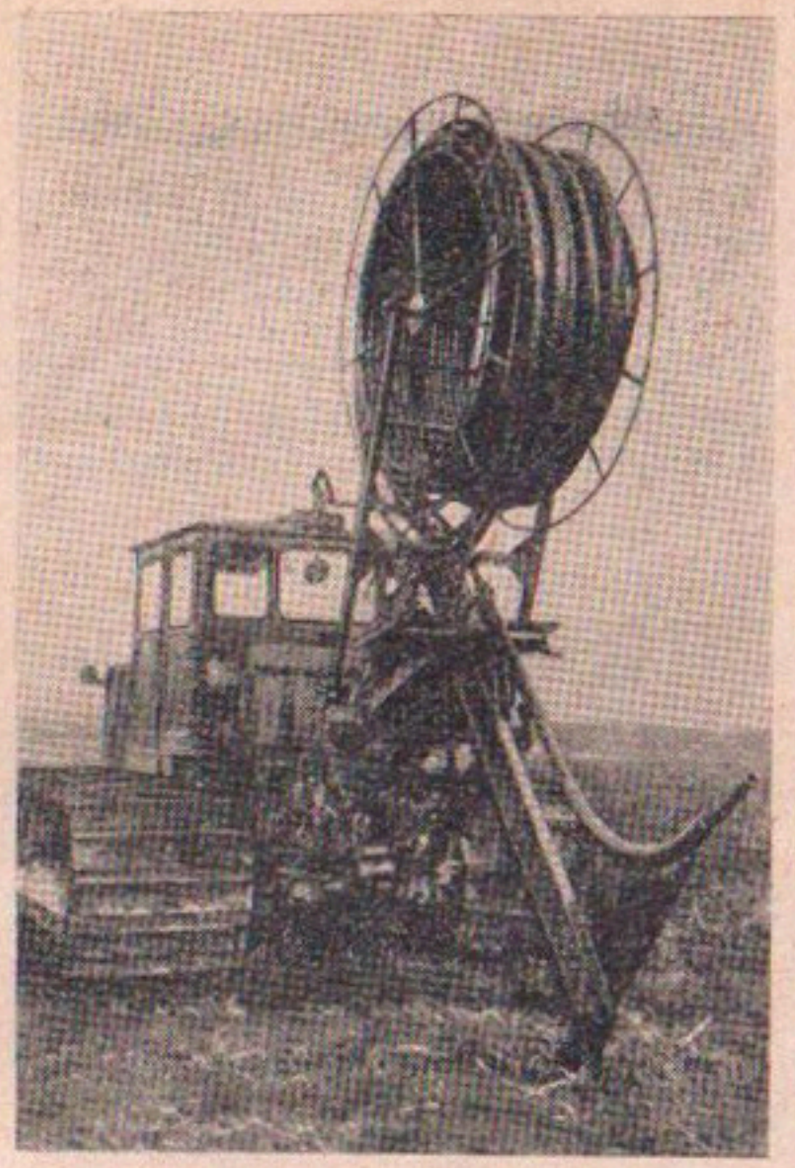


Рис. 17. Дреноукладчик ДПБН-1,8 с рабочим органом для закладки цельнотянутых пластмассовых труб.

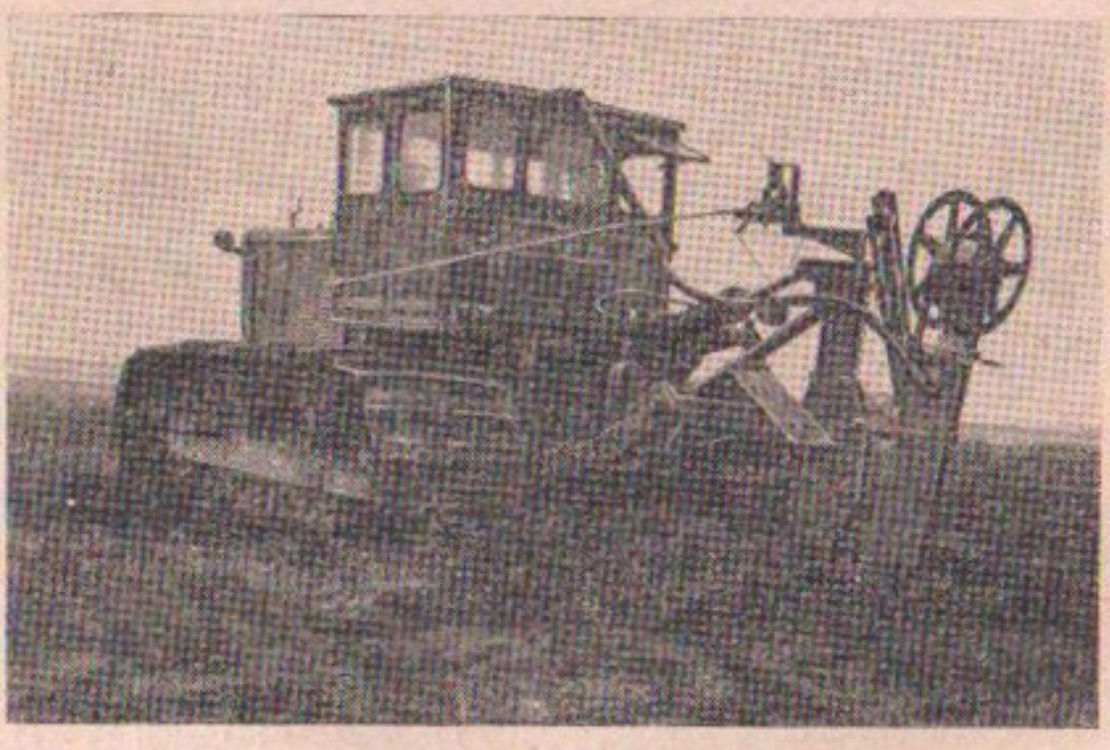


Рис. 18. Дреноукладчик ДПБН-1,8 с рабочим органом для закладки труб, формируемых из пластмассовых лент.

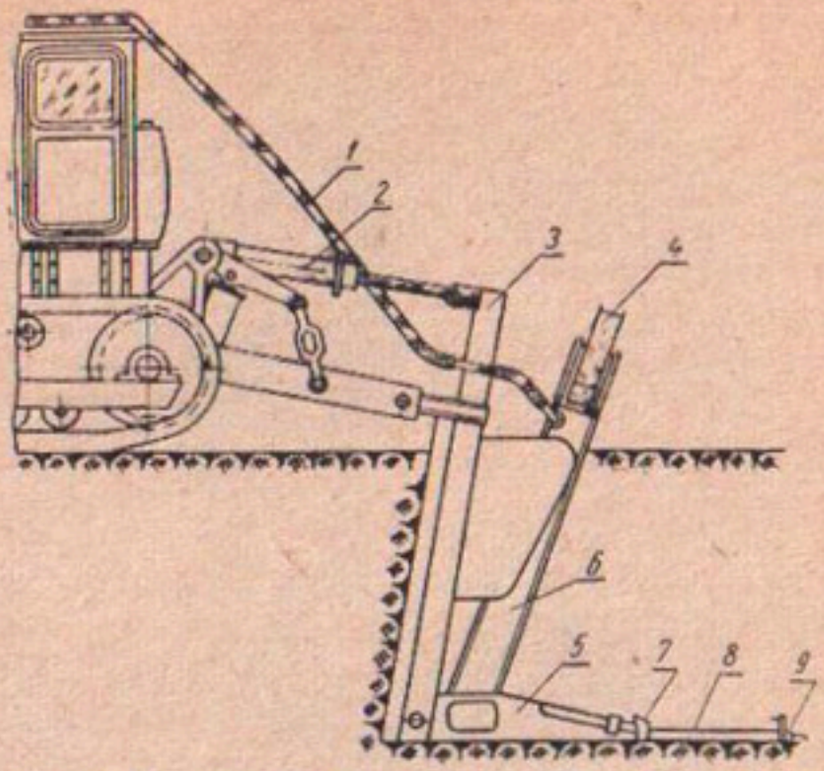


Рис. 19. Конструктивная схема дреноукладчика ДПБН-1,8 с рабочим органом для формирования и укладки труб из упругой ленты:

1 — шланг подогрева; *2* — гидроцилиндр; *3* — нож; *4* — катушка с лентой; *5* — трубоформирователь; *6* — плоский спускной кожух; *7* — обжим-рыхлитель; *8* — дренажная труба; *9* — якорное устройство.

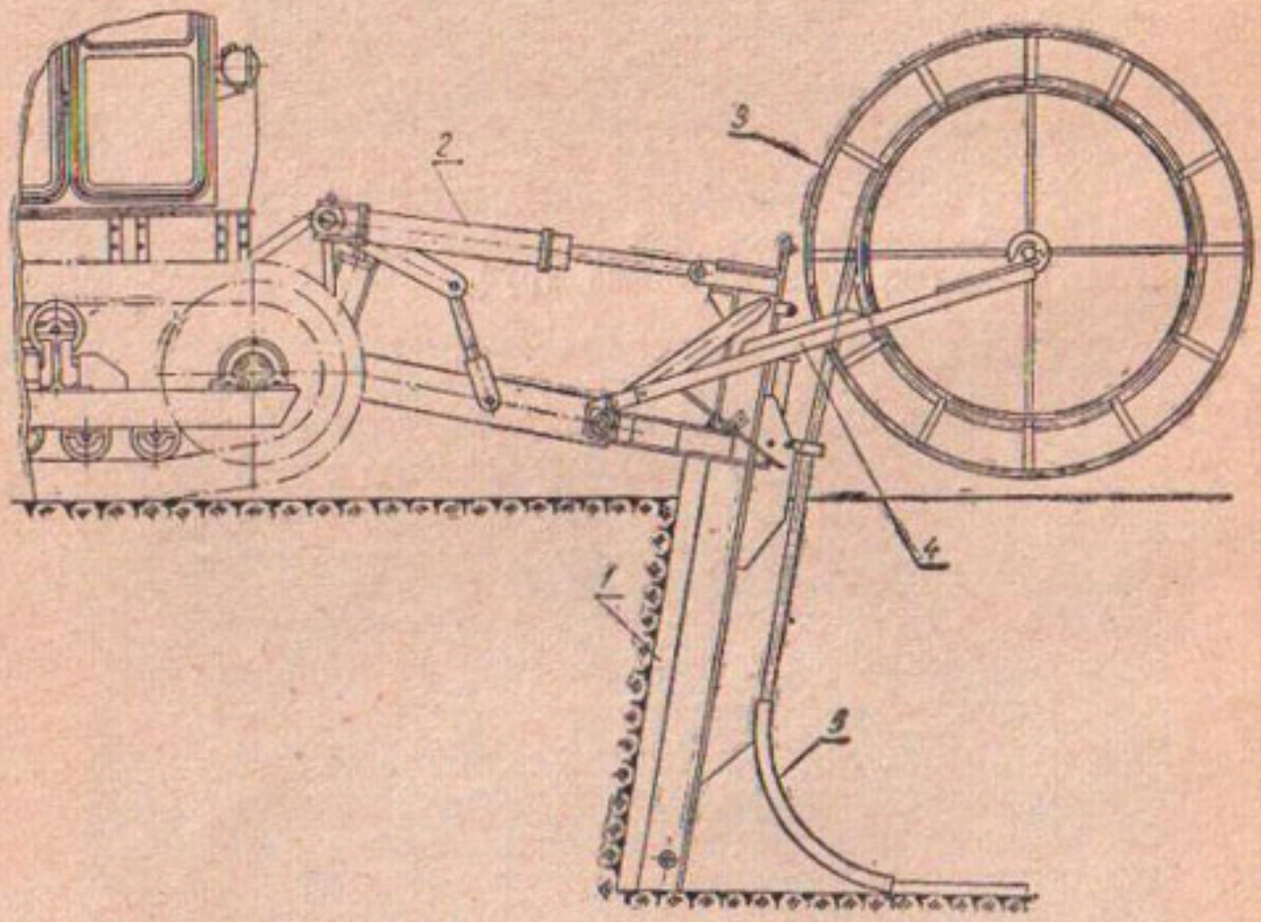


Рис. 20. Конструктивная схема дреноукладчика ДПБН-1,8 с рабочим органом для укладки готовых цельнотянутых труб:

1 — нож; *2* — гидроцилиндр; *3* — барабан; *4* — рама барабана; *5* — круглый спускной кожух.

Трубоформирователь предназначен для формирования трубы из винипластовой каландрированной или другой упругой пленки с упругоподжатым швом внахлестку и с перфорированной нахлесткой диаметром 50 *мм*. Для этого он имеет формирующий конус и сменные трубоформирующие устройства.

Величины усилий, затрачиваемых на вытаскивание из трубоформирователя дренажной трубы и формирование ее в трубоформирователе, полученные в лабораторных условиях, приведены в таблице 4.

Таблица 4

Усилия, затрачиваемые на формирование и вытаскивание пластмассовой трубы

Тип трубы	Толщина ленты, *мм*	Среднее усилие, *кг*
С упругоподжатым швом внахлестку	0,6	40
	0,8	80
С перфорированной нахлесткой . .	0,6	120
	0,8	140

Данные этой таблицы показывают, что усилия, затрачиваемые на формирование трубки в трубоформирователе и вытаскивание ее из трубоформирователя, относительно невелики, примерно в 3 раза меньше допускаемой нагрузки пленки на разрыв. Из сравнения двух усилий следует, что на выполнение перфораций затрачиваются дополнительные усилия: при толщине 0,6 *мм* — 80 *кг*, при толщине 0,8 *мм* — 60 *кг*.

Сформированная из ленты труба принимает форму слегка вытянутого по вертикали эллипса с осями: вертикальной —52—53 *мм*, горизонтальной — 47—48 *мм*. Такая форма трубы образуется и при закладке дрен в грунте.

Спускной плоский кожух предназначен для прохода пластмассовой упругой пленки (ленты) от катушки к трубоформирователю.

Катушка предназначена для размещения рулона винипластовой пленки (ленты) и состоит из двух дисков и оси.

Система подогрева служит для подвода горячих отработавших газов от выхлопной трубы двигателя трактора к спускному кожуху и трубоформирова-

телю для подогрева винипластовой пленки (ленты) при прокладке дрен во время низких температур.

Обжим-рыхлитель опрессовывает сформированную трубу местным грунтом и этим предотвращает от разворачивания трубу с упругоподжатым швом внахлестку, рыхлит грунт стенок щели для увеличения подтока воды к дрене, а также гасит осевую вибрацию трубы с перфорированной нахлесткой.

Барабан для размещения бухты пластмассовой трубы представляет собой сменную катушку, сваренную из труб и полос.

Круглый спускной кожух предназначен для прохода пластмассовых дренажных труб на дно щели.

Труба изготовлена в виде дуги со средним радиусом 735 *мм*.

Техническая характеристика бестраншейного навесного дреноукладчика пластмассовых труб ДПБН-1,8

Агрегатируется с трактором	Т-100МБГС
Рабочие скорости, *м/час*	105÷860
Транспортная скорость *км/час*	2,36÷7,6
Производительность в час чистой работы, *пог. м*	300
Количество обслуживающего персонала:	
на машине	2
на подсобных операциях	3
Дорожный просвет, *мм*	110
Общий вес (с полным комплектом рабочих органов), *кг*	960
В том числе вес отдельных комплектов рабочих органов:	
черенкового ножа	580
рабочего органа для укладки трубы из пленки	97
рабочего органа для укладки готовой трубы	179
приспособления для перемотки готовых труб	104

Станок для резки пленки и просечки фигурных кромок, для изготовления дренажных трубок с замком «молния» дополнен устройством для пробивания в пленке перфорационных отверстий, необходимых для увеличения водоприемной способности труб с замком «молния».

Закладка дрен. Подготовительные работы. Для бестраншейного строительства пластмассового дренажа на болотах в зоне Мещерской низменности Мещерская станция применяет дреноукладчик ДПБН-1,8.

Подготовительные работы при бестраншейной закладке дрен такие же, как и при траншейной закладке

с помощью траншейного экскаватора ЭТН-171. Дальнейшая технология строительства показана на рисунке 21.

Закладку дрен ведут обычно либо от открытого коллектора, либо от траншеи закрытого колектора, на дно которой уложены коллекторные трубы.

Трактор с дреноукладчиком устанавливают в исходное положение в устье проектной дрены у бровки открытого коллектора или у бровки траншеи закрытого коллектора так, чтобы его продольная ось совпала с осью дрены.

Закладка дрен из труб промышленного изготовления. Бестраншейным дреноукладчиком ДПБН-1,8 можно закладывать цельнотянутые, непрерывные дренажные трубы промышленного изготовления: гладкостенные (Вильнюсского завода пластмассовых изделий), гофрированные (Финской фирмы «Вето-45») и др. Для закладки этих труб в грунт на дреноукладчик навешивают сменный рабочий орган с круглым спускным кожухом (рис. 17).

Технология закладки дрен их цельнотянутых труб промышленного изготовления предельно проста.

Перед началом закладки дрены на барабан дреноукладчика надевают бухту готовых труб или трубу наматывают на барабан с помощью перемоточного стенда; конец трубы заправляют в спускной кожух так, чтобы из него выходил конец трубы длиной около 50 *см*.

После заправки трубы рабочий орган дреноукладчика опускают в открытый коллектор или в траншею закрытого коллектора до проектной глубины прокладки дрены, щуп дреноукладчика при этом опускают на натянутую по мерным вешкам копирную проволоку. В начале дрены трубу закрепляют якорным устройством и начинают движение агрегата по трассе дрены. Так как усилия, затрачиваемые на смотку трубы с барабана и протягивание ее по круглому спускному кожуху малы, то можно обойтись без якорного устройства. В этом случае рабочий удерживает конец трубы рукой, пока агрегат не пройдет расстояние около 10 *м*, после чего труба зажимается грунтом и удерживать ее не нужно. При движении дреноукладчика по трассе дрены дренажная труба движется вниз по спускному кожуху и, выходя из него, укладывается на дно щели. Уклон дрены выдерживается с помощью уклонодатчика.

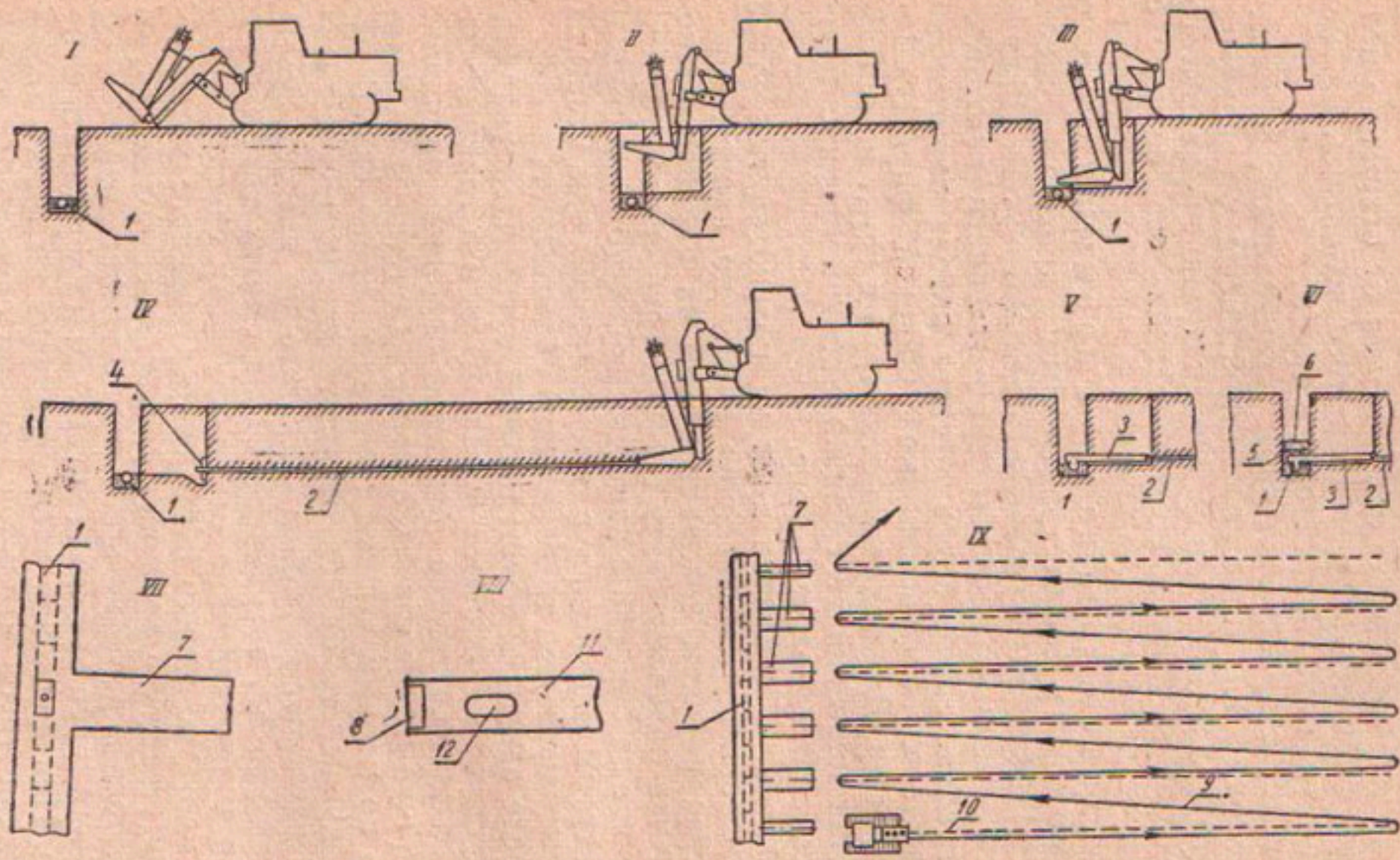


Рис. 21. Схема бестраншейной закладки пластмассовых дрен:

I — транспортное положение ДПБН-1,8; *II* — подъезд и опускание ножа в шурф; *III* — установка ножа на проектную отметку; *IV* — заякоривание трубки и укладка дрены; *V* — снятие якоря и устройство устья дрены; *VI* — обсыпка устья фильтрующим материалом; *VII* — устройство дополнительного шурфа; *VIII* — общий вид трубы оголовка; *IX* — схема движения агрегата при закладке дрен. *1* — гончарный коллектор; *2* — винипластовая дрена из лент; *3* — винипластовый оголовок; *4* — якорное устройство; *5* — присыпка щебнем и боем трубок; *6* — присыпка грунтом (20—25 *см*); *7* — дополнительный шурф.

Закладка дрен из труб, формируемых в дреноукладчике. Для закладки дрен из труб, формируемых в дреноукладчике из упругой ленты, применяют дреноукладчик ДПБН-1,8 с плоским спускным кожухом и сменными трубоформирователями.

Перед закладкой дрены рабочий навешивает на дреноукладчик катушку с рулоном винипластовой ленты, длина которой равна проектной длине дрены. При закладке дренажной трубы с упругоподжатой нахлесткой брали ленту шириной 200 *мм*, при закладке дренажной трубы с перфорированной нахлесткой — шириной 180 *мм*. При закладке дрены из трубы с упругоподжатой нахлесткой рабочий заправляет ленту в трубоформирующий конус с кольцеобразным выходным отверстием, оставляя на выходе из корпуса свободный конец сформированной трубы длиной 10—15 *см* для крепления тарельчатого якоря. При закладке дрены из трубы с перфорированной нахлесткой пользуются трубоформирователем с перфорирующими звездочками.

На выступающий из корпуса дреноукладчика конец трубы надевают якорное устройство и начинают движение трактора с дреноукладчиком вдоль трассы дрены. Во время движения в трубоформирователе формируется пластмассовая дренажная труба из ленты и автоматически укладывается на дно узкой щели, образуемой черенковым ножом дреноукладчика.

После выхода из трубоформирующего конуса сформированная трубка сразу же опрессовывается с по-

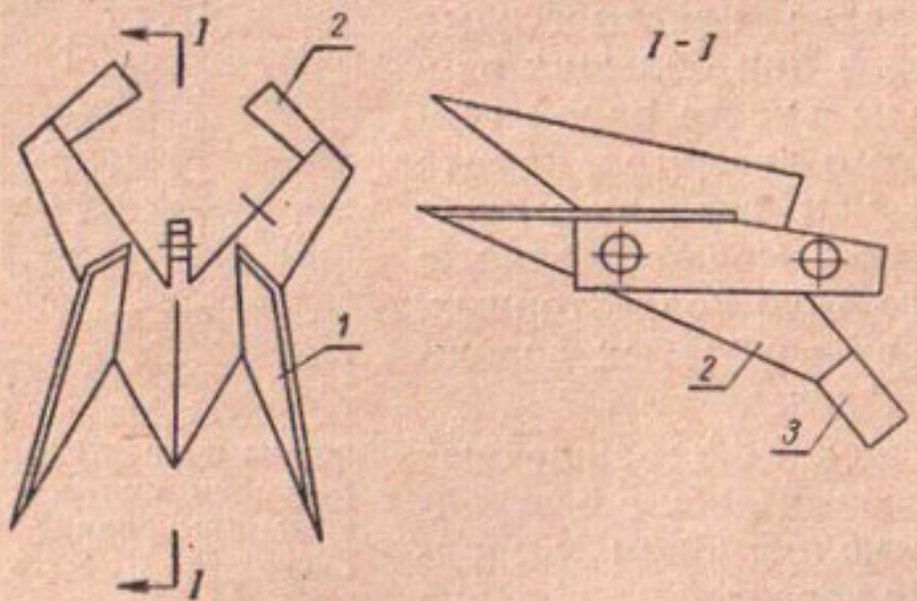


Рис. 22. Обжим-рыхлитель:
1 — верхние крылья; *2* — нижние отвалы; *3* — открылки.

мощью специального устройства (рис. 22) местным грунтом для предохранения от разворачивания.

При закладке дрен в период низких температур воздуха до перехода в будущем на ударопрочную пластмассу винипластовую ленту подогревают внутри корпуса дреноукладчика выхлопными газами двигателя трактора (рис. 19).

В конце трассы дрены за 4—5 *м* до конечного пикета тракторист обрезает ленту у входа в спускной кожух и, пройдя еще 5 *м*, уложив при этом в грунт конец дрены, выглубляет рабочий орган дреноукладчика. После этого агрегат переводят в устье следующей дрены (рис. 21).

Строительство коллекторов. Бестраншейным способом можно строить и коллекторы [4]. Существующими бестраншейными дреноукладчиками закладывают пластмассовые дренажные трубы диаметром до 70 *мм*. При небольших выборочных дренажных системах или в верхней части большого коллектора, где можно применить коллекторные трубы такого диаметра, коллектор закладывается в одну линию. При повышении расходов воды в коллекторе, требующих увеличения сечения коллектора, соответственно можно закладывать несколько линий коллекторных труб. Таким образом, при бестраншейной закладке пластмассовых коллекторов при больших расходах воды вместо одной трубы большого диаметра, как это делается при гончарном дренаже, закладывают батарею небольших труб коллекторных, по примеру трубчатых дорожных переездов.

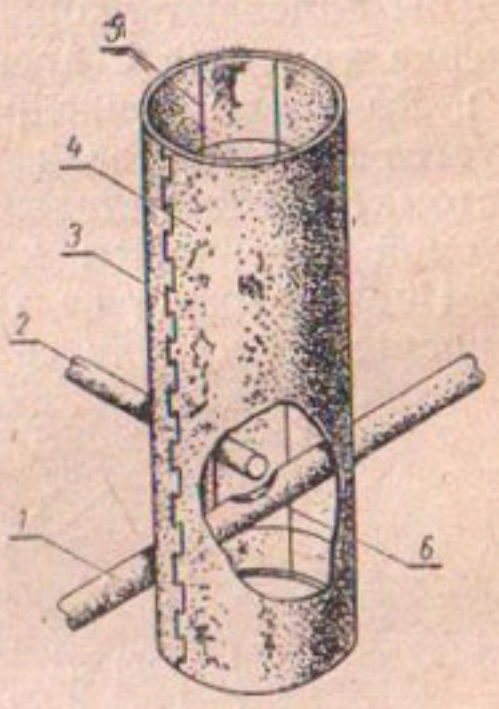


Рис. 23. Сопряжение пластмассовых дрен с пластмассовым коллектором в пластмассовом смотровом колодце из армированных пленок:
1 — коллектор; *2* — дрена; *3* — шов; *4* — смотровой колодец; *5* — арматура; *6* — вырез в коллекторе для приема воды из дрены.

Сопряжение бестраншейных пластмассовых дрен с бестраншейным коллектором выполняют либо через фильтрующую засыпку над коллектором, либо с помощью смотровых ко-

лодцев, в частности изготовляемых из пластмассовых труб и армированных пленок (рис. 23). Из пластмассовых материалов можно изготовлять также и устья коллекторов [20].

Стоимость строительства

В настоящее время из пластмасс в основном строят дрены-осушители, которые подсоединяют либо к открытым коллекторам, либо к закрытым гончарным. Пластмассовые дрены закладывают вместо гончарных, соблюдая в общем те же технические условия на проектирование дренажных систем, как и при гончарном или деревянном дренаже. Поэтому при определении стоимости строительства в проекте важно учесть различие в стоимости обычных траншейных дрен и пластмассовых траншейных и бестраншейных.

Для условий Мещерской низменности ориентировочные проектные стоимости строительства дрен-осушителей даны в таблице 5. Для удобства пользования таблицей цифровые данные округлены до целых чисел, что вполне допустимо ввиду того, что, во-первых, при освоении нового вида дренажа стоимости можно определить приближенно и, во-вторых, цены на пластмассы пока еще твердо не установлены. В дальнейшем они будут уточняться в процессе освоения пластмассового дренажа в различных природных условиях географических зон страны.

Анализ табличных данных показывает следующее. Стоимость строительства пластмассовых дрен бестраншейным способом снижается в основном из-за того, что исключаются работы по отрывке и обратной засыпке траншей и ручная укладка трубок. Стоимость строительства снижается на 70—75%.

Ввиду того что полиэтилен имеет меньшую прочность, дренажные трубы из него имеют большую толщину стенок, а, кроме того, полиэтилен дороже винипласта, поэтому полиэтиленовые дрены стоят дороже, чем винипластовые: при траншейном способе строительства на 30%, при бестраншейном на 85%.

Исходя из того, что пластмассовые дренажные трубы непрерывные, гибкие и не боятся осадочных смещений, БелНИИМиВХ считает возможным закладывать их непосредственно при первичном осушении болот с

Таблица 5

Сравнительная калькуляция стоимости строительства пластмассовых дрен в зоне Мещерской низменности (коп. за 1 *пог. м*)*

Элементы затрат	Траншейные дрены		Пластмассовые дрены из труб				Бестраншейные дрены из винипластовых лент	
			траншейные		бестраншейные			
	гончарные по проекту Росгипроводхоза	деревянные желобчатые	полиэтиленовые гладкостенные	винипластовые гофрированные фирмы „Вето"	полиэтиленовые гладкостенные	винипластовые гофрированные фирмы „Вето"	с перфорированной нахлесткой	с упругопожатой нахлесткой
Изготовление, транспортировка труб и складские расходы	18	18	25**	12	25**	12	12	12
Укладка трубок с устройством устьев	38	34	22	22	3	3	3	3
Всего прямых затрат	56	52	47	36	28	15	15	15
Накладные расходы	9	8	7	6	5	3	3	3
Полная стоимость	65	60	54	42	33	18	18	18
Стоимость строительства дрен на 1 *га* при расстоянии между ними 20 *м*, руб.								
Изготовление и транспортировка труб, складские расходы, укладка трубок, устройство устьев .	324	301	270	210	165	90	90	90

* В ценах 1966 г.
** В валюте.

глубоким торфяником [20] в отличие от гончарного дренажа, который на глубоких торфяниках закладывают только после 3—5-летнего предварительного осушения открытой сетью каналов. Предварительная подсушка болота необходима в этом случае только для проходимости дреноукладочных машин.

Это предложение заслуживает производственной проверки в различных зонах, так как его осуществление позволит увеличить интенсивность освоения осушенных болот.

Впервые такой прием строительства дренажных систем проверил БелНИИМиВХ совместно с Белглавмелиоводхозом в 1964 г. на объекте «Верховье Эссы». Там был построен полиэтиленовыей дренаж на площади 120 *га* в первый год осушения плотного глубокого торфяника. Разрыв между отрывкой магистральных каналов и укладкой дренажа составлял 3—6 месяцев. По заявлению БелНИИМиВХ опыт строительства пластмассового дренажа в условиях Белоруссии на «Эссе» показал практическую возможность такого способа осушения и его экономическую целесообразность.

Если осушение открытой сетью на торфяниках в БССР обходится 250—300 *руб./га*, а последующая закладка гончарного дренажа еще 450—500 *руб./га*, то стоимость пластмассового дренажа в первый, максимум во второй год осушения составляет 500—550 *руб./га*. Площади можно сразу вводить в интенсивное сельскохозяйственное использование. Экономия, таким образом, может составить более 200 *руб./га*. Поэтому при недостаточном количестве пластмассовых дренажных труб их следует укладывать прежде всего на глубоких торфяниках при первичном их осушении.

Пластмассовый дренаж на глубоких торфяниках рекомендуется строить следующим образом. За год до укладки дренажа отрывают магистральные каналы через 300—500 *м* на глубину, необходимую для строительства дренажной сети. В следующем году закладывают пластмассовый дренаж.

Работа пластмассовых дрен

Для оценки разрабатываемого нового бестраншейного способа строительства пластмассового дренажа важно знать, как работают заложенные этим способом дрены в полевых условиях. С этой целью Мещерская ЗОМС заложила, начиная с 1960 г., на болоте Тинки в Рязанском районе Рязанской области, во Владимирской области и в Белорусской ССР несколько опытных систем пластмассового дренажа общей площадью 200 *га* и ор-

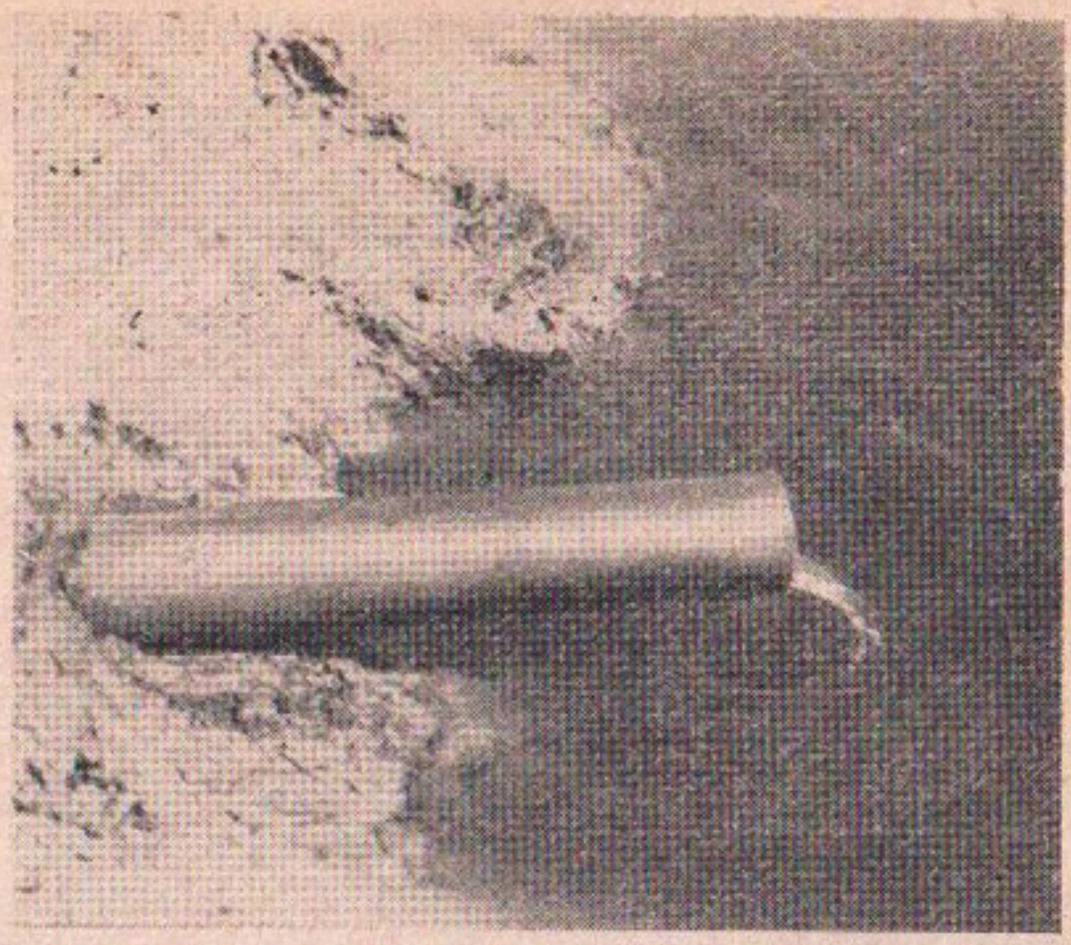


Рис. 24. Сток из бестраншейной пластмассовой дрены.

ганизовала наблюдения за их работой. В 1966 г. были проведены очередные наблюдения за сохранностью рабочих сечений, заиляемостью дрен, их расходами и осушающим действием.

Для выяснения сохранности и заиляемости труб были обследованы с помощью шурфов трубы, за-

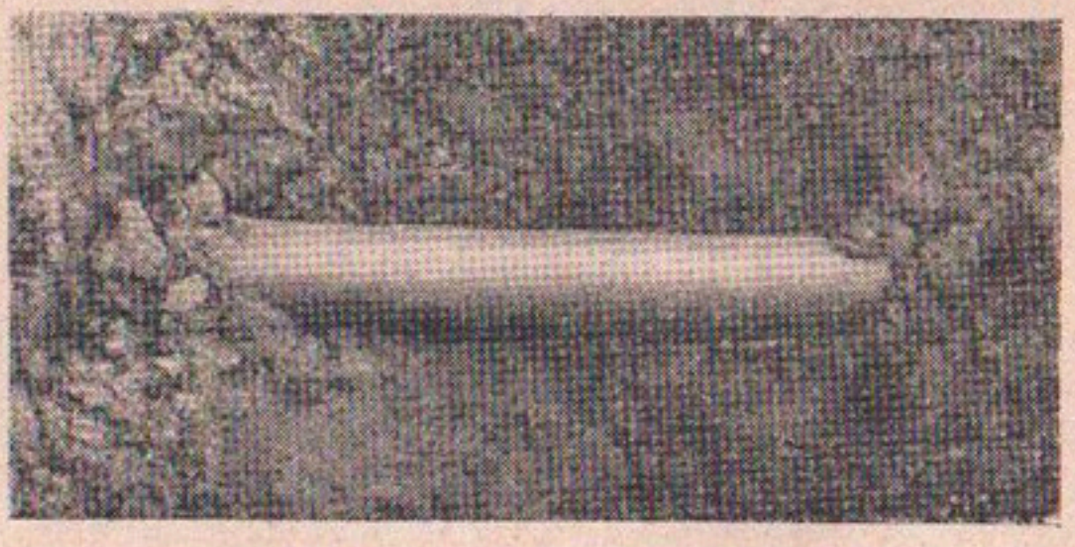


Рис. 25. Бестраншейная дрена с упругоподжатым швом внахлестку, заложенная дреноукладчиком ДПБН-1,8.

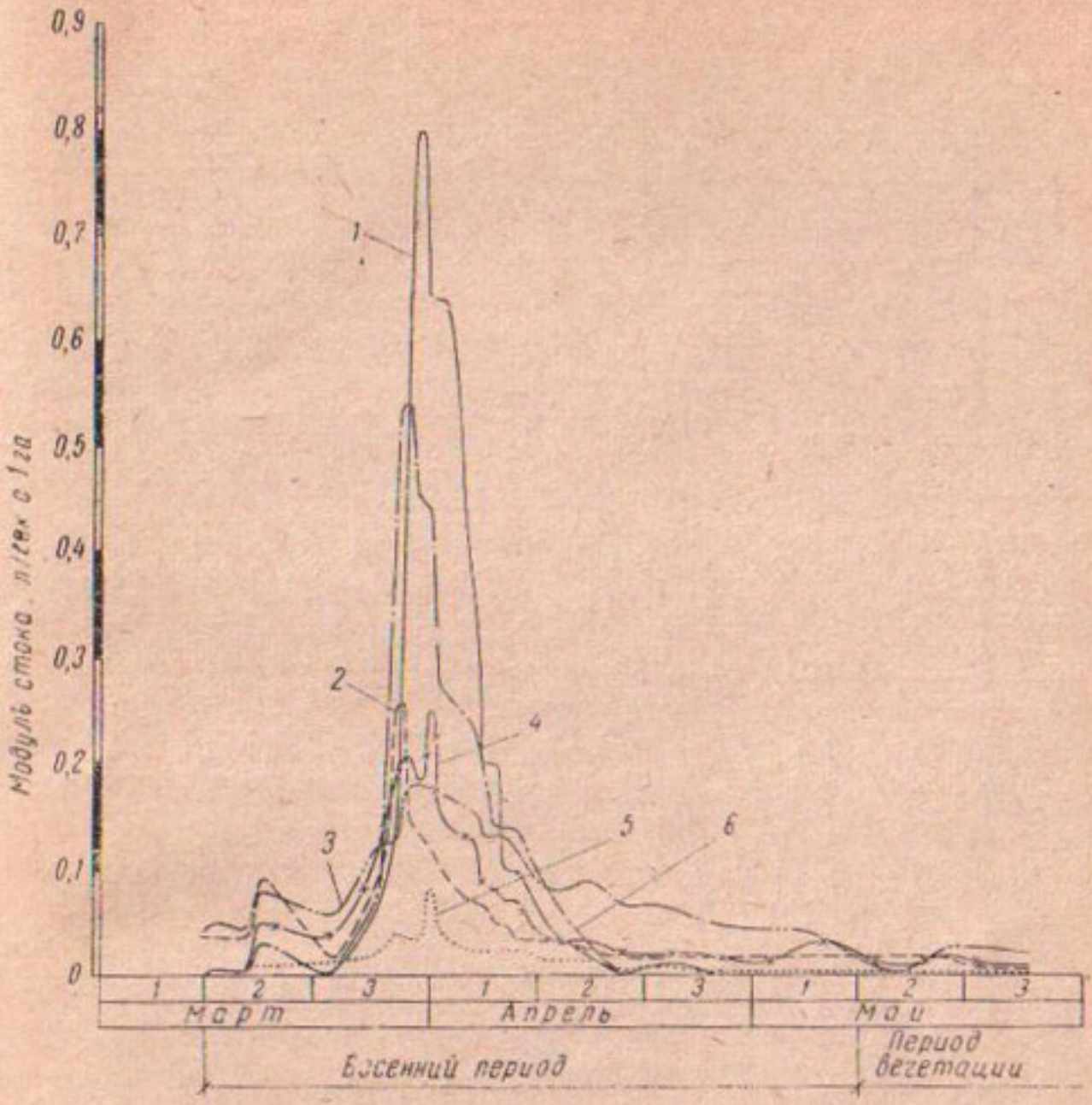


Рис. 26. Работа пластмассовых дрен различной конструкции:

1 — из пластмассовой ленты с упругоподжатой нахлесткой; *2* — из пластмассовой ленты с упругоподжатой нахлесткой (с кольцами); *3* — из пластмассовой ленты с перфорированной нахлесткой; *4* — из пластмассовой ленты с застежкой «молния»; *5* — цельнотянутая, перфорированная с одной стороны; *6* — цельнотянутая, перфорированная с четырех сторон.

ложенные в 1963—1964 гг. бестраншейным дреноукладчиком ДПБН-1,8. Обследование показало, что пластмассовые дренажные трубы после двух-трехлетней их работы в полевых условиях находятся в рабочем состоянии (рис. 24, 25). Вскрытие дренажных труб шурфами показало, что некоторые полиэтиленовые трубы промышленного изготовления имеют эллипсовидное овоидальное сечение с бóльшим диаметром по горизонтали (42 и 32 *мм*), трубы из винипластовых лент — эллипсовидное овоидальное, с бóльшим диаметром по вертика-

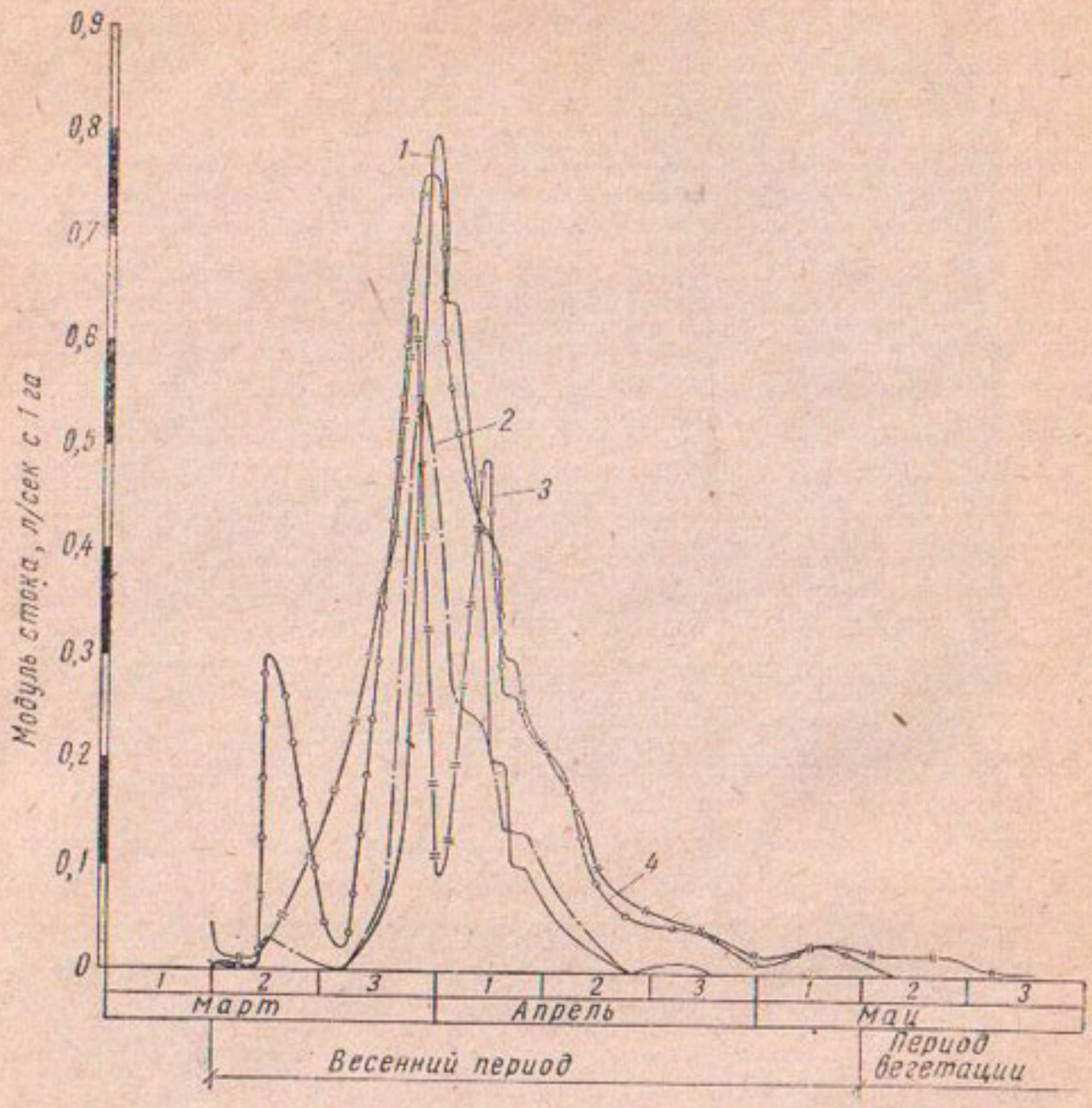


Рис. 27. Работа дрен из различных материалов:

1 — пластмассовая из ленты с упругоподжатой нахлесткой; *2* — пластмассовая цельнотянутая, перфорированная с четырех сторон; *3* — гончарная; *4* — деревянная.

ли (52 и 48 *мм*). Механического заиления полиэтиленовых труб в торфяных грунтах нет, в песчаных мелкозернистых обнаружено одно место с сильно заиленным сечением в полиэтиленовых трубах с деформированным во время транспортирования водоприемным отверстием. Механического заиления дренажных труб из лент с упругоподжатой нахлесткой не происходит.

В торфяных и песчаных мелкозернистых грунтах обнаружены следы отложений железистых соединений. Исключение составило одно сечение, в котором толщина отложений железистых соединений была равна 2—3 *мм*.

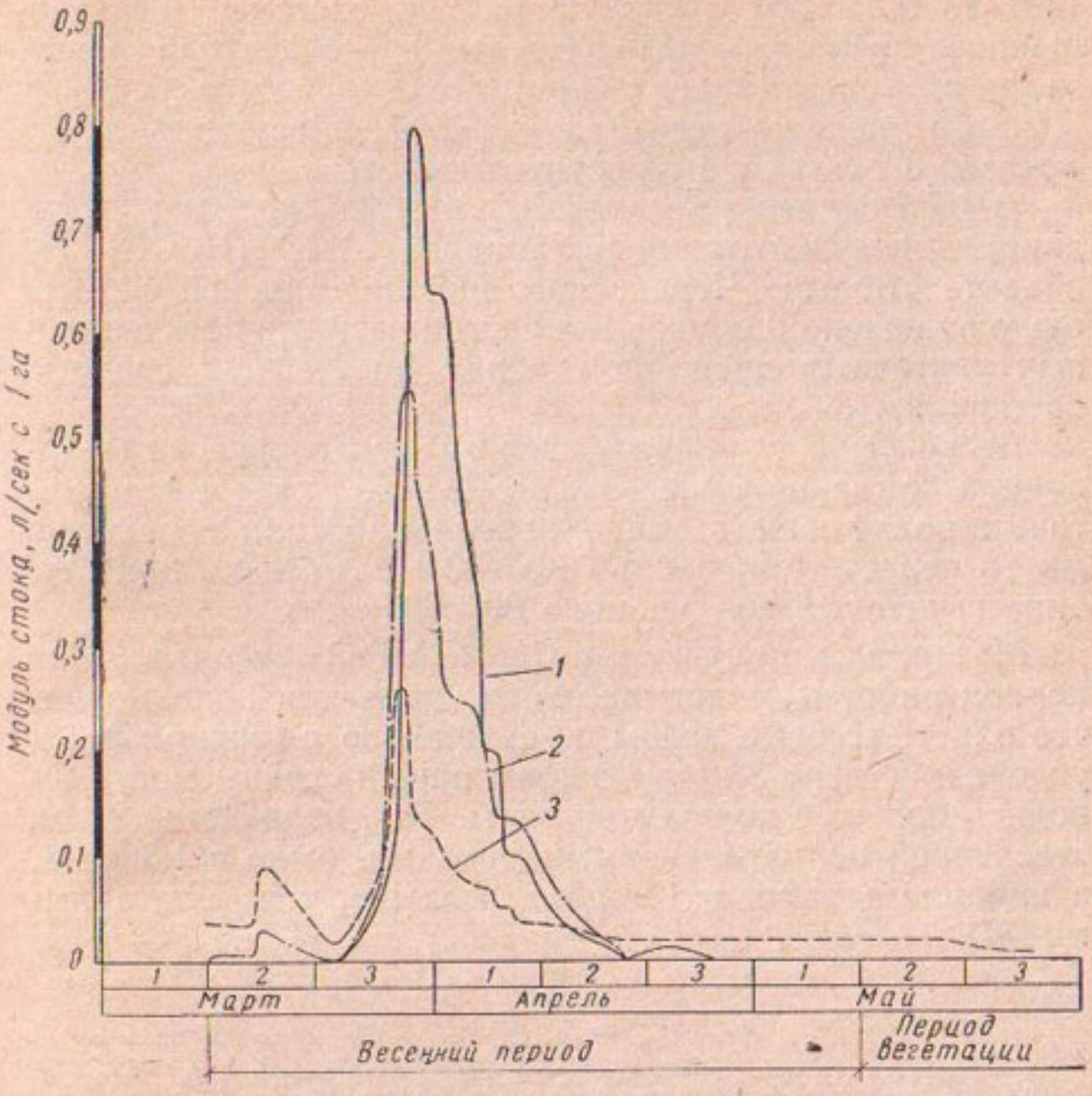


Рис. 28. Работа траншейных и бестраншейных пластмассовых дрен:
1 — бестраншейная из ленты с упругоподжатой нахлесткой; *2* — траншейная из ленты с упругоподжатой нахлесткой (с кольцами); *3* — траншейная из цельнотянутых труб, перфорированная с четырех сторон.

В зависимости от конструкции пластмассовые дрены работали разными расходами (рис. 26, 27, 28).С большими расходами в весеннее, наиболее ответственное время работали дрены с упругоподжатой нахлесткой.

Конструкцию дреноукладчика ДПБН-1,8 ежегодно улучшают.

В 1965 г. на болоте Тинки была заложена новая система бестраншейных ленточных дрен, объединенная коллектором К-1-11, улучшенным образцом дреноукладчика. Все дрены одной конструкции — «перфорированная нахлестка». Замеры расходов коллектора весной

1967 г. показали отличную работу системы бестраншейного дренажа. Расходы воды из коллектора показали, что система ленточного пластмассового бестраншейного дренажа отводила в 1967 г. с осушаемого болота до 3,2 *л/сек* с 1 *га* грунтовых вод.

В 1966 г. дреноукладчик ДПБН-1,8 проходил государственные испытания в Западной МИС (БССР). На объекте «Волма» Червинского района Минской области было заложено 9 одиночных бестраншейных пластмассовых ленточных дрен, на глубину до 1,7 *м*, в среднем около 1,3 *м*.

Весной 1967 г., оказавшейся в зоне Белоруссии маловодной, когда не было значительного подъема грунтовых вод, дрены в конце апреля работали с расходами (в пересчете на 1 *га*) 0,235—0,450 *л/сек га*, при глубине грунтовых вод на поле 60—66 *см*.

Материалы, полученные СевНИИГиМ за пятилетний период работы пластмассового дренажа, показывают, что пластмассовые дрены по сравнению с гончарными в условиях Северо-Западной зоны нашей страны могут отводить большее количество воды. Так, количество воды, отведенной полиэтиленовыми дренами, было в 1,3 раза, а винипластовыми в 1,9 раза больше, чем гончарными [27].

* * *

Строительство пластмассового дренажа в СССР успешно развивается. Пластмассовые дрены закладывают траншейным и бестраншейным способами. Траншейное строительство пластмассового дренажа и исследования этого метода наиболее успешно выполняются в Белорусской ССР при научном руководстве БелНИИМиВХ, а бестраншейное — в Российской Федерации, в зоне, обслуживаемой ВНИИГиМ, и в Литовской ССР, где работами руководит ЛитНИИГиМ.

Траншейное строительство ведется с помощью обычных траншейных экскаваторов (ЭТН-171, ЭТЦ-202 и др.). Для бестраншейной закладки пластмассовых дрен применяют машины новых конструкций — бестраншейные дреноукладчики. Бестраншейный дреноукладчик ДПБН-1,8 (ВНИИГиМ, МЗОМС) позволяет закладывать пластмассовые дрены на болотах на глубину до 1,8 *м*.

Пластмассовый дренаж по сравнению с гончарным имеет явные преимущества. Даже при траншейном способе на 20—40% увеличивается производительность машин и улучшается качество дрен, на 10% и более снижается стоимость строительства. При бестраншейном строительстве рабочие избавляются от вредной для здоровья работы в траншее, значительно увеличивается производительность труда и резко снижается стоимость закладки дрен.

Бестраншейный дренаж можно с успехом закладывать как из труб заводского изготовления, так и из упругих винипластовых лент, формируемых в бестраншейном дреноукладчике. Закладка бестраншейного дренажа почти полностью автоматизирована. Бестраншейные пластмассовые дрены могут работать не хуже траншейных.

ГЛАВА 4. ОПЫТ ПРИБАЛТИЙСКИХ РЕСПУБЛИК ПО ПРИМЕНЕНИЮ ПЛАСТМАССОВОГО ДРЕНАЖА

Опыт Литовской ССР

В Литовской ССР исследование пластмассового дренажа начато в 1963 г. К настоящему времени пластмассовый дренаж заложен на площади около 1000 *га*. Для строительства дрен применяют цельнотянутые гладкостенные перфорированные полиэтиленовые трубы с толщиной стенок 1,5 *мм*, изготовляемые Вильнюсским заводом пластмассовых изделий. Закладывают пластмассовые дрены траншейным и бестраншейным способами, каждый из них имеет свои особенности. Изучение и разработку их ведет Литовский научно-исследовательский институт гидротехники и мелиорации (ЛитНИИГиМ).

При траншейном строительстве для развозки бухт пластмассовых труб применяют тракторные сани или конную повозку с прицепными санями с горизонтальным барабаном (рис. 29). Бухта ложится на горизонтальный барабан, и сани тянутся по трассе дрены, один рабочий придерживает пластмассовую трубу за верхний конец. При движении саней по трассе дрены пластмассовая труба свободно сматывается с барабана. Таким способом пластмассовые трубы можно прокладывать вдоль трассы дрен даже при температуре до —5°С. Прокладывая трубы с помощью горизонтального барабана, избегают поломок трубы, а производительность прокладки таких труб в 3—4 раза выше, чем гончарных диаметром 50 *мм*.

Пластмассовый дренаж укладывают как от открытого, так и от закрытого коллектора. Сопряжение с гончарным коллектором выполняют с помощью 1—2 гончарных трубок диаметром 40—50 *мм*. При сопряжении через трубу диаметром 50 *см* стык необходимо хорошо покрыть фильтрующим материалом.

Для того чтобы пластмассовая труба плавно опускалась в траншею, целесообразно на кабине многоковшового экскаватора, у фары, повесить петлю из про-

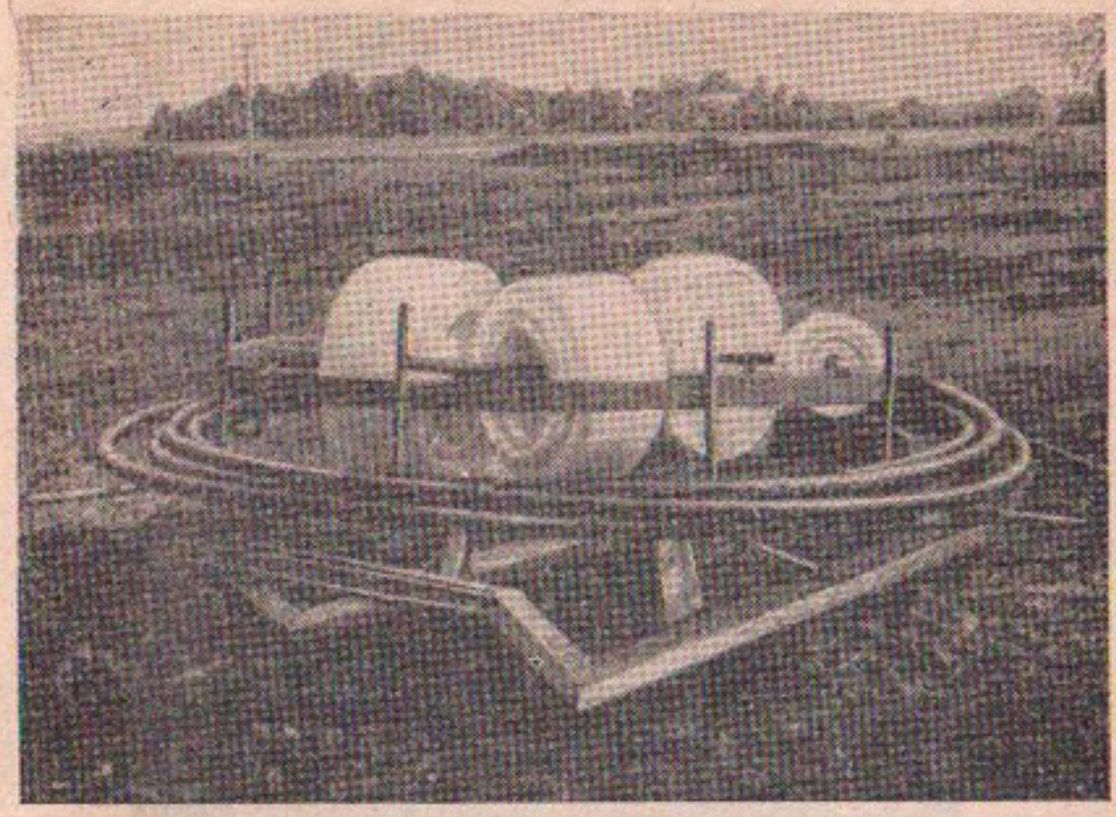


Рис. 29. Сани с горизонтальным барабаном для прокладки пластмассовых труб.

волоки диаметром 3—5 *мм*, по которой труба скользит через петлю и лоток (в ящике многоковшового экскаватора) на дно траншеи. При такой технологии укладки пластмассового дренажа потребность в рабочей силе уменьшается на 20%.

Для повышения производительности труда при строительстве пластмассового дренажа и уменьшения объема земляных работ целесообразно на малокаменистых почвогрунтах применять узкотраншейные экскаваторы, роющие траншеи шириной 10—15 *см*.

Для **бестраншейной укладки** пластмассовых дрен ЛитНИИГиМ сконструирован специальный агрегат на базе кротователя КН-1200 (рис. 30).

Как показали исследования ЛитНИИГиМ (А. Шилейка), пластмассовый бестраншейный дренаж на разложившихся торфяниках лучше работает при покрытии дрены фильтрующим материалом.

В Литовской ССР одновременно с укладкой дренажа бестраншейную дрену обертывают лентой стеклохолста. Технология подачи стеклохолста и обертывание полиэтиленовой дрены этим материалом очень проста, не требует большой затраты труда; для работы с таким дреноукладчиком требуются тракторист и двое рабочих.

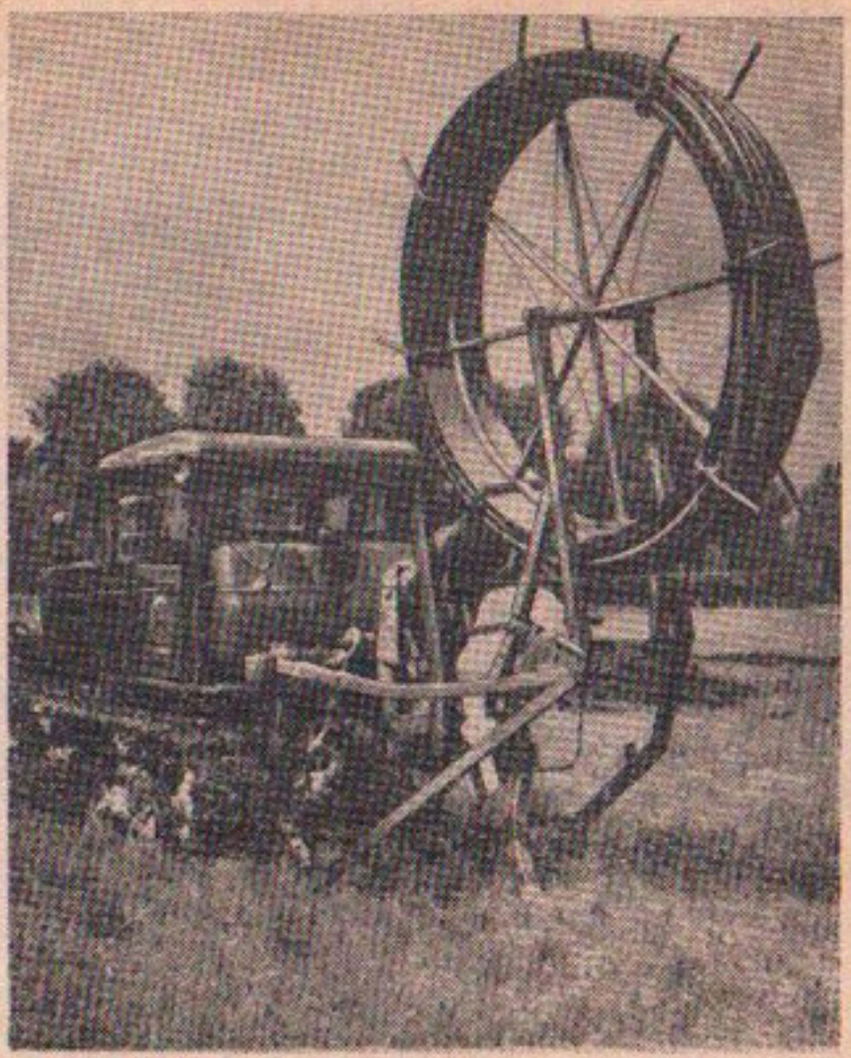


Рис. 30. Укладка пластмассового бестраншейного дренажа с оберткой дрены стекловолокном.

Бухта пластмассовых труб кладется на горизонтальный барабан и перематывается на вертикальный барабан агрегата укладки дренажа. Трактор подъезжает к открытому коллектору или к траншее закрытого коллектора, опускает рабочий орган, пластмассовая труба подается через трубчатый канал в ноже и конец трубы заанкеривается. Рулон ленты стекловолокна шириной 17 *см* помещается в специальную раму над ножом. Конец ленты стекловолокна нитками или тонкой проволокой привязывают к пластмассовой трубе. Во время движения агрегата одновременно с пластмассовой трубой отматывается и лента стекловолокна, которая, проходя через формирующий конус, плотно обертывает пластмассовую трубу (рис. 30). Для уменьшения трения трубчатый канал в ноже покрывают пластмассой. В целях повышения прочности ленты стеклохолста на растяжение целесообразно, чтобы завод-изготови-

тель прошивал (или приклеивал) ее через 1—2 *см* стеклянными нитями.

Уклон во время укладки дренажа регулируется основным гидравлическим цилиндром по натянутому тросу.

По такой технологии укладки пластмассового бестраншейного дренажа рабочей силы требуется в 1,7 раза меньше, чем при укладке гончарного дренажа многоковшовым экскаватором, а скорость укладки в 3—5 раз больше.

Исследования действия пластмассового траншейного и бестраншейного дренажа проводились на аллювиально-болотных почвогрунтах на четырех объектах площадью в 19 *га*: на полдере «Вилайняй» Кедайнского района и на полдерах «Алку», «Клумбяй» и «Шиша» Шилутского района. На всех объектах фон растительного покрова одинаковый — многолетние травы, мощность аллювиального слоя — в среднем 30—50 *см*. Торф древесно-осоковый со степенью разложения 30—50%. Траншейным способом трубы на торфяниках укладывались многоковшовым экскаватором ЭТН-171 с фильтрующим материалом (мхом) и без него.

Таблица 6

Сток из гончарных и пластмассовых дрен

Вид дренажа	Сток в % от стока гончарного дренажа		
	в сентябре 1964 г., сразу после укладки	в апреле 1965 г., максимальный сток	в мае 1966 г., максимальный сток
Гончарный диаметром 50 *мм*, с мхом	100	100	100
Полиэтиленовый с перфорацией в 6 рядов, уложен траншейным способом, с мхом	—	120	150
Полиэтиленовый с перфорацией в 3 ряда, уложенный траншейным способом, с мхом	95	100	100
Полиэтиленовый с перфорацией в 3 ряда, уложенный траншейным способом, без фильтрующего материала	62	17	33
Полиэтиленовый дренаж с перфорацией в 3 ряда, уложенный бестраншейным способом, без фильтрующего материала	5	10	30

Полевой опыт применения траншейного дренажа показал, что дрены, перфорированные в три ряда и обложенные мхом, работают не хуже гончарного дренажа диаметром 50 *мм* с мхом, а дрены без фильтрующего материала работают хуже (табл. 6).

Как видно из таблицы 6, самый меньший расход воды получается из бестраншейной дрены, а самый больший — из траншейной с перфорацией в 6 рядов, покрытой фильтрующим материалом (мхом). В данном случае максимальный сток в 1,5 раза больше стока гончарной дрены диаметром 50 *мм*, покрытой мхом.

При разъяснении причин плохого действия бестраншейного дренажа в первую очередь обращали внимание на то, как выдержан заданный уклон. Откапывание бестраншейного дренажа показало, что общий уклон выдерживается хорошо но в отдельных местах отклонения от заданного уклона достигают 8—10 *см*. Из практики осушения торфяников известно, что такие отклонения от уклона не могут существенно влиять на действие дренажа на торфяниках.

В дальнейших лабораторных и полевых исследованиях проверялось, как влияет ширина щели на действие пластмассового бестраншейного дренажа на торфяниках. Для первых полевых и лабораторных опытов полиэтиленовые трубы перфорировали щелями шириной 1 *мм*. После нанесения перфорации труба деформировалась и фактическая ширина щели оставалась около 0,6 *мм*. В лаборатории института проведено свыше 100 опытов с полиэтиленовыми дренажными трубами при ширине щели от 1 до 3 *мм*.

Опыты показали, что увеличение ширины щели в пределах от 1 до 3 *мм* практически не влияет на расход из дрены. Щели шириной 1 *мм* при общей их площади 10—15 *см²/м* могут на торфяниках обеспечить сток больше 1 *л* с 1 *га*.

Для проверки лабораторных данных в полевых условиях на полдере «Клумбяй» в Шилутском районе в 1964 г. был заложен опыт бестраншейного дренажа с перфорацией в 4 ряда при ширине щели 1; 1,5 и 2 *мм*. Полевой опыт подтверждает правильность лабораторных результатов.

Когда было установлено, что увеличение ширины щели практически не влияет на сток дренажа, сочли целесообразным проверить, обеспечивается ли требуемый при-

ток воды к бестраншейной дрене и какая разница притоков к траншейной и бестраншейной дренам.

Приток к бестраншейной и траншейной дренам рассчитывали по формуле В. В. Ведерникова [15].

В расчетной схеме принимали, что бестраншейная дрена работает как идеальная, а траншейная — как узкая траншея, так как при доброкачественной засыпке траншеи коэффициент фильтрации в траншее получается незначительным по сравнению с коэффициентом фильтрации между дренами.

Приток воды к бестраншейной дрене рассчитывали по формуле для ряда дрен, работающих при глубоком залегании водоупора:

$$Q_{б.тр} = \frac{Kh}{A};$$

$$A = \frac{1}{\pi} \cdot \operatorname{Ar\,th} \sqrt{\frac{\operatorname{th}\frac{\pi h}{l}}{\operatorname{th}\frac{\pi(h+d)}{l}}},$$

где $Q_{б.тр}$ — приток воды к бестраншейной дрене;
K — коэффициент фильтрации;
h — глубина заложения дрены;
l — расстояние между дренами;
d — диаметр дрены.

Для построения картины потока расчетные параметры принимали следующими:

$$l = 24\ м;\ h + d = 1{,}2\ м;\quad d = 0{,}04\ м;\ h = 1{,}16\ м;$$

$$\frac{h+d}{l} = 0{,}05;\qquad \frac{h}{l} = 0{,}0483;$$

$$A = \frac{1}{\pi} \operatorname{Ar\,th} \sqrt{\frac{\operatorname{th} 0{,}483\pi}{\operatorname{th} 0{,}05\pi}} = 0{,}731;$$

$$Q_{б.тр} = \frac{K}{A} = 1{,}58K.$$

Приток воды к траншейной дрене рассчитывали по формуле ряда узких траншей при глубоком залегании водоупора:

$$Q_{тр}=2\frac{1}{\pi}\operatorname{arc\,sin}\left(\operatorname{th}\frac{\pi h}{l}\right).$$

При построении картины потока для возможности сравнения все исходные размеры приняли такие же, как и раньше, а именно:

$$l=24\ м,\qquad h=1{,}16\ м.$$

$$Q_{тр}=2\frac{1}{\pi}\operatorname{arc\,sin}\left(\operatorname{th}\frac{1{,}16\pi}{2h}\right)=2{,}36K.$$

При сравнении притоков бестраншейной и траншейной дрен получаем:

$$\frac{Q_{б.тр}}{Q_{тр}}=0{,}67.$$

В расчетную формулу притока воды к траншейной дрене не входит ширина траншеи, высота слоя воды над дном траншеи и уменьшение притока к дрене из-за засыпки траншеи, но так как эти величины незначительны по сравнению с величинами, входящими в расчеты, то можно считать, что решение дает возможность для практических целей оценить действие бестраншейного дренажа. Из приведенного сравнения видно, что максимальный приток (случай скопившейся воды) к бестраншейной дрене будет примерно на 30% меньше, чем к траншейной.

Расчеты показывают, что расстояние между бестраншейными дренами в условиях проводимых испытаний должно быть на 30% меньше, чем между траншейными. После такого уменьшения расстояний между дренами бестраншейный дренаж все-таки остается экономичнее траншейного.

Лабораторными исследованиями установлено, что на водоприемную способность пластмассовой дренажной трубы сильно влияет состояние торфа, в который укладывается дренаж, и наличие фильтрующего материала. При укладке дренажа без фильтрующего материала в жидкий торф водоприемная способность уменьшается в 15—20 раз. Чтобы избежать попадания жидкого торфа непосредственно в щели дренажной трубы и их заклеивания, необходимо дрены обернуть фильтрующим материалом.

Полевые опыты, заложенные на двух объектах, показывают, что бестраншейные дрены, обернутые стекловолокном, работают значительно лучше бестраншейных без фильтрующего материала (табл. 7).

Таблица 7

Влияние фильтрующих материалов на работу дрен

Вид дренажа	Сток в % от стока гончарного дренажа	
	в июле 1965 г., сразу после укладки	в июне 1966 г. максимальный сток
Полиэтиленовый с перфорацией в 6 рядов, уложенный бестраншейным способом, без фильтрующего	13	37
Полиэтиленовый с перфорацией в 6 рядов, уложенный бестраншейным способом, с мхом	16	42
Полиэтиленовый с перфорацией в 6 рядов, уложенный бестраншейным способом, с гравием	32	63
Полиэтиленовый с перфорацией в 6 рядов, уложенный бестраншейным способом, со стекловолокном	50	70
Гончарный диаметром 50 *мм*, с мхом	100	100

Из таблицы 7 видно, что покрытие бестраншейной дрены стекловолокном увеличивает сток в 2—3 раза. Меньшее действие бестраншейного полиэтиленового дренажа, покрытого мхом или гравием, объясняется неравномерной подачей этих фильтрующих материалов. Откапывание дрен показало, что мох и гравий покрывают дрены очень неравномерно, в то время как стекловолокно обертывает их равномерно по всей окружности.

Бестраншейные полиэтиленовые дрены диаметром 40 *мм*, обернутые стекловолокном, работают намного лучше таких же дрен без фильтрующего материала, но хуже гончарных диаметром 50 *мм* с мхом. Для улучшения действия бестраншейного полиэтиленового дренажа, обернутого стекловолокном, надо повысить точность выдерживания уклона дрен, так как вскрытие дренажа показало наличие воздушных пробок.

В настоящее время в Литовской ССР пластмассовые дренажные трубы изготовляют только диаметром 40 *мм*, они пока еще дороже гончарных (табл. 8).

Таблица 8

Стоимость 1 *пог. м* дрен в Литовской ССР

Наименование дренажных труб	Цена дренажной трубы, *коп/м*		Стоимость дренажа, *коп/м*		
			на торфяниках		на минеральных почвах при укладке траншейным способом
	на заводе	на объекте строительства дрен	при траншейном способе укладки	при бестраншейном способе укладки	
Полиэтиленовые диаметром 40 *мм* (стоимость на 1966 г.)	24,7	26,1	44,2	32,1	37,3
Гончарные:					
диаметром 40 *мм*	7,2	12,7	—	—	27,5
диаметром 50 *мм*	8,1	14,1	36,7	—	28,9

Из таблицы видно, что стоимость вновь осваиваемых промышленностью полиэтиленовых труб по сравнению с гончарными высока. Вследствие этого стоимость пластмассовых дрен при траншейном способе строительства в условиях Литовской ССР пока получается выше стоимости гончарных. При бестраншейном способе строительства даже при несовершенной конструкции дреноукладчика и высоких ценах на пластмассовые трубы стоимость пластмассовых дрен оказалась ниже стоимости гончарных.

В настоящее время стоимость пластмассовой дренажной трубы составляет около 65% стоимости пластмассового траншейного дренажа. При уменьшении стоимости пластмассовых дренажных труб пластмассовый дренаж станет весьма приемлемым для осушения сельскохозяйственных земель, так как он позволяет повысить степень механизации, производительность и качество укладки закрытого дренажа.

Опыт Латвийской ССР

Исследования по применению пластмасс и других новых материалов в дренажном строительстве. Исследования пластмассового дренажа в Латвийской ССР начаты в 1963 г. Были запроектированы и построены экспериментальные пластмассовые и гончарные дренаж-

ные системы в совхозе «Бауска» Бауского района, в Бейбежской ОМС того же района, в опытном хозяйстве «Сигулда» Рижского района и в других хозяйствах.

В совхозе «Бауска» в плодовом саду построено 8 систем пластмассового дренажа, одна система перекрестного садового дренажа и одна система гончарного дренажа (контрольный вариант). Применяли трубы из полиэтилена высокой плотности производства Рижского завода полиэтиленовых изделий, выпускаемых для водопроводов. Для осушительных дрен использовали трубы следующих диаметров и толщины стенок: $d=40$ *мм*—1,5 *мм*, $d=50$ *мм*—1,6 *мм*, $d=63$ *мм*—1,8 *мм*, $d=75$ *мм*—2,0 *мм*. Полиэтиленовые трубы диаметром до 50 *мм* разматывали при укладке из бухты. Длина труб в бухтах достигла 120 *м*. Применяли также трубы длиной по 6 *м*. Краткая характеристика опытного участка дана в таблице 9. Трубы были перфорированы специальным приспособлением на объекте строительства дренажа. При укладке зону перфорации пластмассовых труб прикрывали минеральной ватой.

Дренажные коллекторы строили из полиэтиленовых труб диаметром 90 или 110 *мм* без перфорации.

Дрены укладывали в траншеи, вырытые многоковшовым дренажным экскаватором. Почва на опытном участке суглинистая.

Интенсивность осушительного действия пластмассового дренажа повышается с увеличением водоприемной поверхности, и она не меньше, чем интенсивность действия гончарного дренажа (табл. 10, 11 и 12).

В 1964 г., после одного года эксплуатации, проверялось состояние пластмассового дренажа с помощью дренопромывочной машины RSO-III (ГДР), которая имеет специальный прибор для определения поврежденных мест и закупорки дренажа. В 1965 г. проводились контрольные раскопки. В результате этих проверок установлено, что заметных деформаций пластмассовых дренажных труб в первые два года после устройства дренажа не было. Как известно, этот период времени обычно характеризуется наиболее интенсивным уплотнением траншейной засыпки и является наихудшим относительно устойчивости дренажных труб. При проверке не обнаружено также заметного заиления пластмассового дренажа.

На Бейбежской опытно-мелиоративной станции построены два участка экспериментального дренажа.

Один из них расположен на песчаном малоустойчивом плывуне (объект «Румбас»); здесь построено 13 отдельных дренажных систем с применением пластмассовых или гончарных труб и различных материалов для защиты дрен от заиления. В качестве защитного материала использовали стекловолокнистый холст, минеральную вату, пластмассовые кольца, фрезерный торф и мох. Пластмассовые дренажные системы построены из полиэтиленовых труб диаметром 50 *мм;* зону перфорации прикрывали стекловолокнистым холстом. Сейчас ведется наблюдение за степенью заиления различных вариантов дренажа. Следует отметить, что заиления пластмассового дренажа и на этом объекте не обнаружено.

Второй опытный участок пластмассового дренажа в Бейбежской ОМС был построен на торфяных почвах в объекте «Вентас», глубина закладки была различной (1,05; 1,20; 1,45 *м*). Кроме этого, здесь с помощью машины В-750 (ГДР) были заложены бестраншейным способом пластмассовые дрены из упругих лент (твердый ПВХ) с замком «молния».

Труба, сформированная из поливинилхлоридной пленки толщиной 0,4 *мм* при укладке ее машиной В-750 не достаточно устойчива. При вскрытии крепленых кротовин через год эксплуатации установлена значительная деформация трубы, то есть уменьшение вертикального размера на 6 *мм*.

В ходе работы машины В-750 выяснилось, что формирование трубы при скорости укладки 2 *км/час* и температуре окружающей среды +4—+7°С происходит неудовлетворительно, часто встречаются обрывы, образуются сквозные трещины в продольном направлении трубы. Это указывает на то, что толщина применяемой поливинилхлоридной пленки должна быть значительно увеличена, однако это затрудняет работу формирующего аппарата.

Интенсивность действия пластмассового дренажа в зависимости от глубины закладки дрен приведена в таблицах 10, 11 и 12.

На опытном объекте «Сигулда» Рижского района заложены три системы пластмассового дренажа из полиэтиленовых труб диаметром 50 *мм*. Системы расположены на торфянике низинных болот с различной степенью разложения (окультуривания). Исследования показывают, что в зависимости от степени разложения торфяной

почвы меняется интенсивность действия пластмассового дренажа.

Сравнительные исследования, проведенные на минеральных почвах, показывают, что величина дренажного стока при пластмассовом дренаже не меньше, чем при гончарном. Продолжительность затопления верхнего полуметрового слоя почвы в первом случае в несколько раз меньше. Интенсивность сброса избыточных вод увеличивается по мере увеличения диаметра осушительных дрен и их водоприемной поверхности, а также глубины укладки дрен. Для полиэтиленовых труб рекомендуется водоприемная поверхность 20—30 *см²/пог. м.* Осушительные дрены в основном следует применять диаметром 50 *мм,* в отдельных случаях —40 *мм.*

Таблица 9

Характеристика опытного дренажа в совхозе «Бауска» Бауского района. Расстояние между дренами 16 *м*, глубина закладки дрен 1,4 *м*

Система (вариант)	Вид дренажа	Диаметр дрены, *мм*	Вид перфорации	Водозахватная поверхность *см²/пог. м*	Защитный материал против заиления	Примечание
I	Полиэтиленовый	50	Продольная в один ряд	6	Минеральная вата	
II	То же	50	Продольная в 3 ряда	15	То же	
III	» »	50	Продольная в 5 рядов	25	» »	
IV	» »	50	Поперечная	15	» »	
V	» »	40	Продольная в один ряд	6	» »	
VI	Гончарный	50	—	—	» »	
VII	Полиэтиленовый	63	Продольная в 3 ряда	15		
VIII	То же	50	Продольная в 2 ряда	10	» »	
IX	» »	75	Продольная в 3 ряда	15	» »	
X	Верхний полиэтиленовый	63	То же	15	» »	Перекрестный дренаж
XI	Нижний гончарный	75	—	15		

Таблица 10

Координаты кривых продолжительности стояния уровней грунтовых вод для систем пластмассового дренажа в совхозе «Бауска» (1964/65 г.)

Система (вариант)	Периоды	Высота уровня грунтовых вод, *м*					
		0—5	0—10	0—20	0—30	0—40	0—50
	X—XII	—	—	—	—	—	—
	I—II	—	—	—	—	—	—
	III—V	—	—	2	6	13	16
	VI—IX	—	—	—	—	—	—
	X—XII	1	1	2	6	11	16
	I—II	—	—	—	—	—	5
VI	III—V	—	4	16	20	22	25
Гончарный	VI—IX	—	—	—	—	—	—
	X—IX	1	5	18	26	33	46

Продолжение

Система (вариант)	Высота уровня грунтовых вод, *м*						
	0—60	0—70	0—80	0—90	0—100	0—110	0—120
	10	18	20	24	26	29	35
	—	1	4	7	11	13	16
	23	25	28	30	33	35	39
	—	—	—	—	—	—	—
	24	29	31	35	35	35	35
	11	13	13	24	31	36	54
VI	26	28	31	33	38	40	47
Гончарный	—	—	—	—	—	—	—
	61	70	75	92	104	111	136

На основе проведенных исследований в Латвийской ССР, а также в других республиках нашей страны и за рубежом можно сделать предварительный вывод о целесообразности применения пластмассовых труб в дренажном строительстве. Ожидается, что в будущем пластмассовый дренаж будет все больше заменять гончарный.

Таблица 11

Характеристика дренажного стока (в *мм*) для систем пластмассового и гончарного дренажа в совхозе «Бауска» (1964/65 г.)

Обозначение системы (вариант)	X	XI	XII	I	II	III	IV
I	—	7,4	14,9	4,5	—	46,1	30,0
II	—	8,9	21,9	7,7	—	41,2	39,9
III	—	22,0	31,9	11,4	—	52,9	51,8
IV	—	14,9	38,1	10,9	—	46,1	35,2
Гончарный	—	—	—	0,6	—	20,3	61,6

Продолжение

Обозначение системы (вариант)	V	VI	VII	VIII	IX	Всего за октябрь—ноябрь
I	—	—	—	—	—	102,9
II	—	—	—	—	—	119,6
III	—	—	0,4	0,7	—	171,1
IV	—	—	—	—	—	145,2
Гончарный	—	—	—	—	—	82,5

Таблица 12

Дренажный сток (в *мм*) в зависимости от глубины закладки пластмассового дренажа на торфяных почвах Бейбежской МОС (1964/65 г.)

Обозначения варианта	Глубина закладки дрен, в *мм*	XI	XII	I	II	III	IV
I	1,45	25,3	53,8	20,5	—	—	12,6
II	1,05	6,9	47,5	14,9	—	—	6,2
III	1,20	6,9	50,4	19,2	—	—	9,3

Продолжение

Обозначения варианта	V	VI	VII	VIII	IX	Всего XI—IX
I	7,8	2,3	1,3	3,3	1,6	128,5
II	1,4	—	—	0,5	—	7,74
III	3,9	0,3	1,4	1,2	—	92,6

Использование преимуществ пластмассовых материалов для борьбы с заилением дренажа в оплывающих грунтах. Как известно, дрены чаще всего выходят из строя в плывунах и оплывающих грунтах. Для борьбы с заилением целесообразно в оплывающих грунтах (и настоящих плывунах, которые встречаются чрезвычайно редко) отдавать предпочтение пластмассовым дренажным трубам и, в первую очередь полиэтиленовым, которые представляют конструктору особенно широкие возможности по созданию различных видов перфорации. Необходимо использовать благоприятные свойства этих пластмассовых труб и найти оптимальную форму и размер их перфорации, чтобы она гарантировала незаиляемость труб даже в самых мелкозернистых оплывающих грунтах. Инженер В. И. Клявиньш разработал конструкцию полиэтиленовой трубы с конусными щелями, незаиляемую в таких грунтах (рис. 31). Наружный диаметр трубы 50 *мм;* толщина стенок 1,4 *мм*. Вес одного погонного метра трубы 0,25 *кг*. Средний размер перфорации по внешней поверхности трубы 4,7×0,6 *мм,* а по внутренней —2,7×0,35 *мм*. Труба перфорируется с помощью горячей фрезы шестеренчатого типа (при 190—210°С). В опытных партиях трубы были изготовлены с 10, 19, 24 и 39 рядами перфорации. Суммарная площадь отверстий на погонный метр трубы составляет соответственно 7,7; 14,7; 18,5 и 30,1 $см^2$.

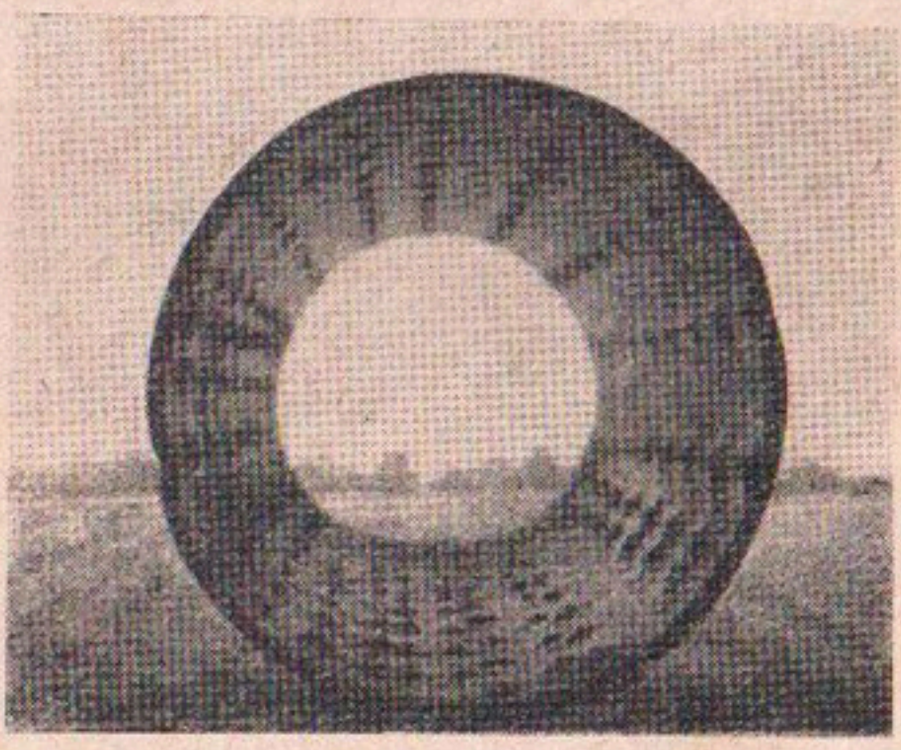


Рис. 31. Полиэтиленовая дренажная труба конструкции В. И. Клявиньша.

В конце 1965 и в начале 1966 г. в гидротехнической лаборатории ЛатНИИГиМ были проведены лабораторные исследования этих труб. На специальной установке определяли водоприемную способность дрен и коэффициент шероховатости труб, а также степень и характер их заиления. Трубы исследовали при нулевом уклоне. Грунт, загруженный в установку, был одним из наиболее неблагоприятных встречающихся в республике: оплывающий мелкозернистый песок из Петерниеки, в котором преобладающее количество частиц (96%) было диаметром 0,05—0,25 *мм*.

В качестве эталонного варианта дренажа, с которым сравнивались исследуемые трубы, был выбран гончарный из стандартных труб с внутренним диаметром 5 *см* и стыками, защищенными мхом по всему периметру. Водоприемная способность такой дрены была принята за 100%. Величины коэффициентов шероховатости исследуемых труб, а также гладких неперфорированных полиэтиленовых труб получены следующие: для гладких труб $n=0{,}0102$; для дренажных труб конструкции В. И. Клявиньша в среднем $n=0{,}0121$. Следует отметить, что коэффициент шероховатости определяли для труб с 19—24 рядами перфорации. При этом было установлено, что число рядов перфорации мало влияет на величину коэффициента шероховатости. Видимо, преобладает влияние макрошероховатости, создающиейся в результате известной волнистости исследуемых труб. Эта волнистость является следствием полукустарного нанесения щелевой перфорации одинарной фрезой, при котором невозможно точно соблюсти расположение соседних рядов отверстий вразбежку. При наладке промышленного производства подобные трубы будут перфорировать пакетом фрез, и волнистость будет ликвидирована.

Тем не менее даже испытывавшиеся трубы обладают значительно меньшей шероховатостью, чем гончарные. Для последних Р. Р. Чугаев приводит $n=0{,}013$—$0{,}017$.

В дальнейшем основное внимание было уделено определению водоприемной способности труб новой конструкции, в зависимости от числа рядов перфорации (площади отверстий). Опыты позволили установить, что, несмотря на относительно большую общую площадь отверстий, водоприемная способность полиэтиленовых труб меньше, чем гончарных (табл. 13.) Это объясняется плохой смачиваемостью полиэтилена.

В проведенных опытах водоприемную способность полиэтиленовых дрен удалось увеличить фильтрующей обсыпкой труб. Для этой цели был использован сфагновый мох. Обсыпку выполняли в разных вариантах (табл. 13).

На практике в качестве фильтрующей обсыпки дрен можно использовать: торф, солому, крупнозернистый песок, гравий, щебень и т. д. Все зависит от конкретных гидрогеологических условий объекта и имеющегося на месте фильтрующего материала. В мелкозернистых оплывающих песках наиболее приемлемы для обсыпки дрен торф и мох.

Таблица 13

Водоприемная способность дренажных труб конструкции В. И. Кляviньша

Расход в лабораторной установке	Труба конструкции В. И. Кляviньша						Гончарная труба со стыками, защищенными мхом по всему периметру
	с 10 рядами перфорации	с 19 рядами перфорации	с 24 рядами перфорации	с 39 рядами перфорации	с 24 рядами перфорации и присыпкой мхом сверху	с 24 рядами перфорации и присыпкой мхом сверху и снизу	
л сек	0,015	0,024	0,028	0,035	0,031	0,034	0,038
%	40	63	74	92	82	89	100

Во время опытов трубы работали до 10 суток. При их вскрытии было обнаружено следующее. В микропонижениях труб (на «волнистых» участках) отложилось очень небольшое количество песка: слой наилка нигде не превышал 0,5 *мм*. Эти отложения образовались в первые 30—60 минут опыта, когда из дрен поступала вода с незначительной примесью песка. В дальнейшем вода, вытекавшая из дрены, не содержала песчинок. Специальный гранулометрический анализ, проведенный на основании использования закона Стокса, позволил определить, что в трубе преимущественно отложились частицы крупностью от 0,2 до 0,05 *мм*.

Возник вопрос, почему вначале в трубу попадал песок, а затем этот процесс прекратился. Ответ на него дало микроисследование перфорации труб и анализ гранулометрического состава грунта, извлеченного из этой перфорации.

Под микроскопом было ясно видно, что в щелевой перфорации благодаря конусности заклинились более

крупные песчинки, образуя в каждом отверстии своеобразные микрофильтры (рис. 32). Анализ гранулометрического состава песка, заклинившегося в перфорации, подтвердил мысль о наличии микрофильтров. Оказалось, что в перфорации располагаются более крупные минеральные частицы, преимущественно от 0,5 до 0,05 *мм*. Таким образом, процесс, приведший к отложению очень незначительного количества песка в дренажных трубах конструкции В. И. Клявиньша, можно себе представить так. Вначале вместе с водой в дрену проникают мелкие частицы песка. Песок, естественно, неоднороден. Это приводит раньше или позже к тому, что какая-то более крупная песчинка заклинивается в конусе перфорации. Тем самым размер щели сразу же резко сокращается. За короткое время аналогичные явления происходят во всех водоприемных отверстиях, гарантируя трубу от дальнейшего заиления в оплывающих мелкозернистых песках.

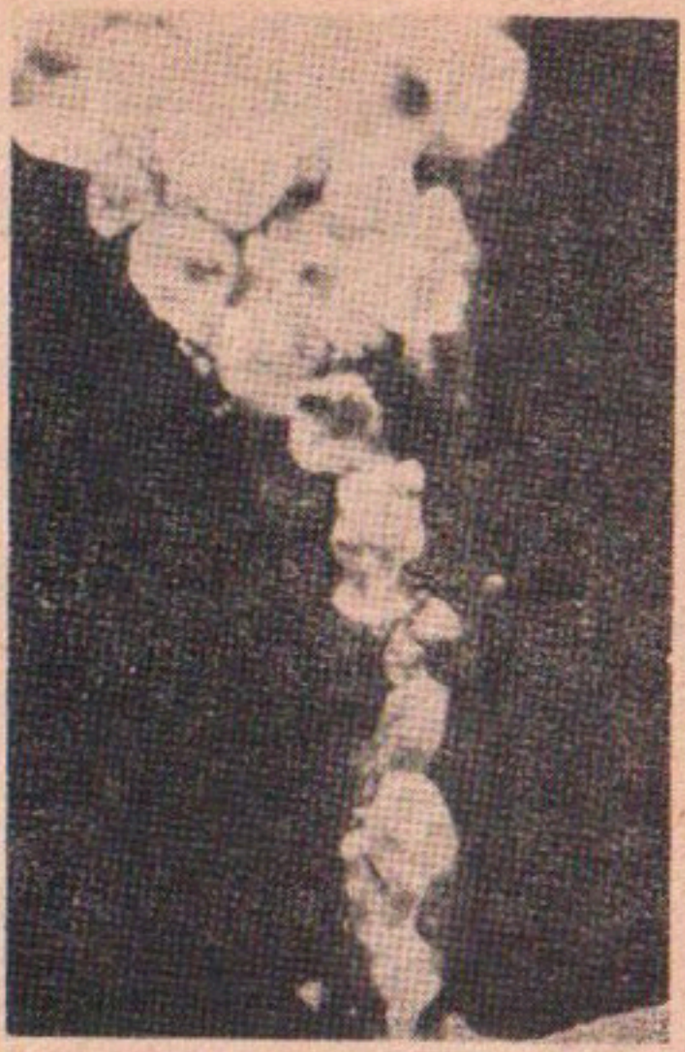


Рис. 32. Микрофильтр, образовавшийся в конусной перфорации дренажной трубы (снято под микроскопом).

Тонкий слой наилка в понижениях трубы легко вымывается даже при незначительном транзитном расходе.

Единственным открытым вопросом остается вероятность химического заиления дренажных труб конструкции В. И. Клявиньша. Под микроскопом на поверхности трубы были видны отложения соединений железа (вода, использовавшаяся в лаборатории, была насыщена такими соединениями). Ответ на приведенный вопрос смогут дать лишь длительные натурные наблюдения.

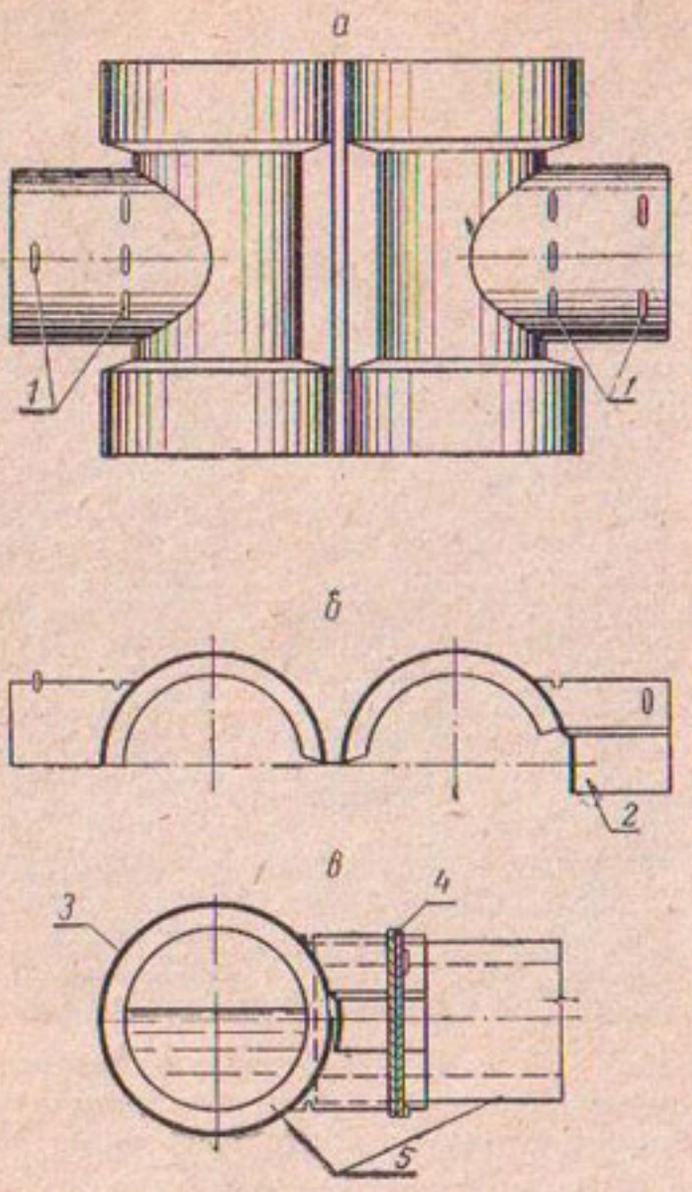


Рис. 33. Пластмассовый складной тройник конструкции В. Г. Соколовского и Г. Я. Сегаля для соединения дренажных труб:

а — план; *б* — вид сбоку; *в* — деталь укладки пластмассового соединения; *1* — упоры; *2* — перепуск; *3* — тройник; *4* — обвязка; *5* — дренажная труба.

При укладке дрен в оплывающих грунтах особенно велика вероятность заиления их в месте примыкания осушителей к коллекторам. Раньше примыкания дренажные мастера выполняли вручную. В этом случае все зависело от квалификации мастера. Сейчас в связи с колоссальным размахом осушительных работ нет возможности использовать в дренажном строительстве лишь высококвалифицированных специалистов, поэтому выполнение примыканий дрен — одно из наиболее узких мест в практике укладки дренажа. Выпускаемые в настоящее время в ограниченном количестве гончарные фасонные части дороги, так как изготовляются вручную. Кроме того, форма таких соединений весьма неудобна для их складирования и перевозки и процент отхода на бой очень велик. Стремясь создать простую и надежную конструкцию дренажного соединения, применение которого особенно важно в оплывающих грунтах, В. Г. Соколовским и Г. Я. Сегалем в 1965 г. был сконструирован складной пластмассовый тройник.

Принципиальный чертеж такого тройника представлен на рисунке 33. В отличие от имевшихся до сих пор конструкций такого соединительного элемента он складной, причем в качестве шарнира используется гибкий материал тройника. Такое решение позволяет уклады-

вать тройники в компактные пакеты. Пластмассовым соединениям не угрожает бой при перевозках и перегрузках. Они чрезвычайно легки и сравнительно дешевы. Так, по расчетам применение предлагаемых тройников вместо керамических при нынешних темпах осушительных работ лишь в одной Латвийской ССР даст годовую экономию более 36 тыс. руб. (стоимость одного тройника в зависимости от диаметра соединямых труб колеблется от 0,19 до 0,38 руб., последняя цифра относится к соединению труб диаметром 12,5 *см* с трубами диаметром 15 *см*). Изготавливать их можно как методом горячей штамповки из тонкого листа, так и прессованием из гранул. Перепуски обеспечивают надежное соединение осушительной дрены и коллектора даже тогда, когда наружный диаметр трубок имеет значительные отклонения от нормального в ту или иную сторону. Кнопки-упоры гарантируют соединяемые дренажные линии от перекрытия смещенными трубами.

Монтажная обвязка может быть выполнена из любого шнура или проволоки. Ее назначение — удерживать тройник в правильном положении лишь до засыпки траншеи. Естественно, что такое соединение можно с одинаковым успехом применять для соединения не только гончарных, но и пластмассовых или других дренажных труб в любых грунтах.

В настоящее время в Латвийской ССР изготавливается пресс-форма для выпуска первой опытной партии полиэтиленовых тройников приведенной конструкции. Эти тройники позволят надежно соединять дренажные линии в оплывающих грунтах.

Опыт Эстонской ССР

Результаты некоторых опытов по применению полиэтиленовых труб для дренирования минеральных грунтов. Вопрос о частичной замене при строительстве дренажа гончарных труб полиэтиленовыми возник в Эстонской ССР в 1964 г. в связи со значительным увеличением объема осушительных работ в предстоящем пятилетии и недостатком для этого мощностей керамических заводов, выпускающих гончарные трубки.

Эстонскому научно-исследовательскому институту земледелия и мелиорации было поручено проверить возможность использования в качестве дренажных полиэти-

леновые водопроводные трубы с внутренним диаметром 50 *мм* и длиной 6 *м*.

Для проведения опытов было выделено около 450 *м* труб, изготовленных Вильнюсским заводом пластмасс. Из-за небольшого количества труб все вопросы, связанные со строительством дренажа из них, рассмотреть нельзя.

Трубы имели толщину стенок 4 и 4,5 *мм*. Такая толщина стенок для дренажных труб неоправданно велика, так как механическая прочность труб такого диаметра вполне обеспечивается уже при толщине стенки в 1,5 *мм*.

При использовании полиэтиленовых труб для устройства дренажа возникает вопрос о расположении и форме отверстий, необходимых для поступления воды в дрены. Известно, что стенки полиэтиленовых труб со щелями, прорезанными продольно оси трубы, деформируются и ширина прорези постепенно уменьшается. В результате этого со временем будет уменьшаться дренирующая способность трубы.

Более устойчивы сжатию прорези, сделанные в поперечном направлении, а также круглые отверстия. Такая перфорация более надежна, и ей в будущем должно быть отдано предпочтение, так как она более соответствует особенностям материала. Нужно, однако, отметить, что нарезка щелей в поперечном направлении технологически более сложна и требует специальных приспособлений. Вероятно поэтому такой способ в настоящее время у нас не применяется. В проведенных полевых опытах также были приняты трубы с продольной перфорацией.

Задаваясь величиной остаточной ширины прорези после деформации стенок трубы в пределах 0,4—0,5 *мм*, опытным путем определили необходимую первоначальную ширину — 2 *мм*. Водоприемные щели нарезали фрезой в 4 ряда по периметру. При длине каждой щели в среднем 7 *см* суммарная площадь сечений составляла после деформации стенок 7,5 $см^2$ на погонный метр трубы, то есть была приблизительно равна площади зазоров на один погонный метр гончарных труб при средней ширине зазора 1 *мм*. Через год при раскопке дренажа было установлено, что щели полностью сомкнулись и только в их концах остались небольшие продолговатые отверстия. Это обстоятельство подтверждает необходимость перехода на поперечную перфорацию полиэтиленовых труб.

Из подготовленных таким образом труб было заложено три дрены в легких суглинках ($K=0{,}0032$ *см/сек*).

Трубы укладывали в траншеи, вырытые экскаватором. Средний уклон дна траншей был равен 0,43%, а средняя глубина 1,1 *м*. Длина каждой дрены 140 *м*.

Для контроля одновременно были уложены также три дрены из стандартных гончарных труб. Общая площадь опытного участка 1,5 *га*. Все дрены были выведены непосредственно в открытый собиратель.

Для надежного соединения отдельных полиэтиленовых труб были заготовлены муфты из отрезков тех же труб длиной 25 *см*. Муфты снабжались продольной сквозной прорезью. Если в прорезь муфты вставить плоский конец дренажного молотка, то она легко надевается на конец трубы.

Для того чтобы выполнить контрольную нивелировку, полиэтиленовую трубу после укладки необходимо прижать ко дну. С этой целью на трубу укладывали в необходимых местах куски дернины.

При использовании для дренажа полиэтиленовых труб дефекты уклона дна устранить легче, чем в случае гончарных труб, так как эластичность дренажной трубы позволяет приподнимать или сдвигать ее в сторону на время подправки ложа.

Как полиэтиленовые, так и гончарные трубы до засыпки траншей обкладывали гумусной землей из верхнего слоя.

Полиэтиленовые трубы выводили в открытый собиратель без каких-либо устьевых сооружений. Выводную трубу не перфорировали. Такие устья оказались вполне целесообразными.

Наблюдения за стоком и уровнями грунтовых вод показали, что по действию пластмассовый дренаж в начальный период нисколько не уступает гончарному.

Раскопки дрен через один-два года их работы показали, что особого заиления не произошло. Толщина слоя наносов не превышала одного миллиметра, причем следует отметить, что наносы сосредоточивались у прорезей вследствие торчащих кусков стружки и неровностей от деформации стенок трубы.

Преимуществом полиэтиленовых труб по сравнению с гончарными можно считать возможность произвольно увеличивать площадь сечения водоприемных отверстий и тем самым водоприемную способность всей дрены или

отдельных ее отрезков. Это может быть полезным при осушении участков с интенсивным напорным питанием в местах выклинивания подземных вод, а также при устройстве шлюкеров-поглотителей, где гончарные трубы не всегда могут обеспечить удовлетворительный каптаж воды. При сравнении стока из гончарной дрены со стоком из полиэтиленовых дрен, имеющих увеличенную площадь водоприемных отверстий, получилось следующее соотношение стоков:

Гончарная	7,5 *см²/пог. м*	100 %
Полиэтиленовая	10,0 „ „	124 „
„	15,0 „ „	143 „

Другое важное преимущество полиэтиленовых труб — большая прочность на удар. Это свойство имеет важное значение при строительстве дренажа в грунтах, содержащих большое количество крупных камней.

На основе проведенных исследований можно сделать следующие выводы:

1. Полиэтиленовые трубы диаметром 50 *мм* пригодны для устройства дренажа в минеральных, в частности в каменистых грунтах. Толщину стенки трубы можно уменьшить до 1,5 *мм*.

2. Полиэтиленовые трубы целесообразно применять также в комбинации с гончарными при осушении отдельных участков с особенно интенсивным водным питанием. В этом случае их нужно снабжать дополнительными водоприемными отверстиями.

3. Водоприемные щели целесообразно нарезать перпендикулярно оси трубы, так как в этом случае длительное время сохраняется расчетная площадь сечений отверстий.

4. Вопросы технологии укладки полиэтиленовых труб длиной около 6 *м* в условиях различных почвогрунтов нуждаются в дополнительной проработке.

* * *

В Прибалтийских республиках пластмассовому дренажу придается большое значение. Пластмассовый дренаж широко внедряют в производство и ведут тщательные лабораторные и полевые исследования его работы.

Дренажные трубы закладывают траншейным и бестраншейным способами.

В Литовской ССР пластмассовый дренаж заложен на площади около 1000 *га*.

При траншейном способе закладки дренажа применяется обычный траншейный экскаватор ЭТН-171. Для бестраншейного способа ЛитНИИГиМ сконструировал на базе кротователя КН-1200 опытный образец бестраншейного дреноукладчика.

В результате исследований ЛитНИИГиМ (А. Шилейка) получены выводы о том, что бестраншейный пластмассовый дренаж является перспективным способом осушения малопнистых торфяников, он позволяет полностью механизировать закладку дрен и снизить их стоимость. Для повышения качества бестраншейных дрен необходимо улучшить конструкцию бестраншейного дреноукладчика и применять обертку труб фильтрующими материалами.

Разработанная ЛитНИИГиМ технология траншейной укладки пластмассового полиэтиленового дренажа позволяет уменьшить потребность рабочей силы на прокладку труб по трассам дрен на 60% и на укладку дренажа многоковшовым экскаватором ЭТН-171 на 20%.

Полиэтиленовые дренажные трубы с перфорацией в 6 рядов, длиной щели в 25 *мм* и шагом перфорации 50 *мм* при укладке в торфяниках со степенью разложения торфа выше 30% рекомендуется покрывать фильтрующими материалами.

ЛатНИИГиМ ведет большую работу по исследованию пластмассового дренажа.

Первый опытный пластмассовый дренаж с пластмассовыми коллекторами построен в тяжелых минеральных почвах для осушения сада. Здесь были использованы полиэтиленовые трубы отрезками по 6 *м*.

Доказано, что пластмассовый дренаж работает не менее интенсивно, чем гончарный. Заметных деформаций пластмассовых труб через два года их эксплуатации не обнаружено. При покрытии зоны перфорации пластмассовых труб минеральной ватой заиления не обнаружено.

Второй опытный траншейный дренаж заложен в песчаных плывунных грунтах. При защите дренажа различными материалами заиления дрен не наблюдалось.

Третий опытный дренаж заложен на торфяных почвах бестраншейным способом из поливинилхлоридной пленки толщиной 0,4 *мм*, полученной из ГДР, с помощью Веймарского бестраншейного дреноукладчика В-750 (ГДР), сконструированного для закладки труб с замком

«молния». При этом оказалось, что толщина пленки недостаточна и качество ее неудовлетворительно при низких температурах, трубоформирователь дреноукладчика не позволяет формировать трубы из пленок толще 4 *мм*.

На основании проведенных исследований выяснено, что величина дренажного стока при пластмассовом дренаже не меньше, чем при гончарном. Для дрен-осушителей рекомендуется применять полиэтиленовые трубы диаметром 50 *мм* (Шкинкис, Калнциемс). Высказывается мнение о том, что в будущем пластмассовый дренаж будет все больше заменять гончарный.

Для борьбы с заилением дренажа в плывунах и оплывающих грунтах ЛатНИИГиМ (Клявиньш) предложил применять конусные водоприемные отверстия. Для соединения дрен-осушителей с коллекторами предложена новая конструкция — складной пластмассовый тройник.

В Эстонской ССР ведутся исследования полиэтиленовых водопроводных труб с внутренним диаметром 50 *мм* и длиной 6 *м* с целью применения их для дренажа. Перед закладкой в трубах устраивали водоприемные отверстия в 4 ряда, в виде продольных щелей длиной 7 *см* и шириной 2 *мм*, с суммарной площадью 7,5 $см^2$/*пог. м* трубы, примерно равной площади водоприемных щелей в гончарных дренах при ширине водоприемных отверстий в 1 *мм*.

Опыт показал, что через год эксплуатации дренажных полиэтиленовых труб, заложенных в траншеях, при толщине их стенок 4—4,5 *мм* водоприемные щели полностью сомкнулись и только в их концах остались небольшие продолговатые отверстия.

Последние данные заставляют с особым вниманием отнестись к форме и размерам рекомендуемых водоприемных отверстий полиэтиленовых дренажных труб.

ГЛАВА 5. ИЗ ОПЫТА ЗАРУБЕЖНЫХ СТРАН ПО СТРОИТЕЛЬСТВУ ПЛАСТМАССОВОГО ДРЕНАЖА

Опыт Нидерландов. В Нидерландах ввиду недостатка гончарных труб и снижения цен на пластмассовое сырье в 1959 г. начали применять дренажные трубы из твердого поливинилхлорида. В настоящее время более половины объема дренажных работ выполняют, используя этот материал. Несмотря на сравнительно высокую стоимость пластмассовых труб (в 1,5 раза больше, чем гончарные), общие затраты на 1 *пог. м* дренажа выравниваются за счет экономии рабочей силы, транспортных расходов и роста производительности дренажных машин. Немаловажным фактором является сужение строительной полосы при укладке дренажа, что уменьшает потери урожая при работе на занятых сельскохозяйственными культурами полях. Если гончарные трубы развозят и укладывают вдоль траншеи, то пластмассовые трубы размещаются непосредственно на дренажной машине.

Сокращение до минимума транспортных операций сохраняет структуру почвы при работах в дождливую погоду. Применение пластмассовых труб обеспечивает хорошее качество укладки и стыкования, что особенно важно, когда приходится укладывать дрены в переувлажненных условиях. Это, в свою очередь, отражается на долговечности осушительной сети.

Эксплуатация пластмассового дренажа проще, чем гончарного, особенно при промывке.

Из общего объема дренажных работ 80% выполняется поливинилхлоридными трубами диаметром 40 *мм*, 13% — диаметром 50 *мм*, и только 4% — диаметром 70 *мм*. Последние главным образом используются для устройства устьев или (в редких случаях) коллекторов.

Стоимость дренажной трубы зависит в основном от толщины ее стенок. В Нидерландах проводится много исследований как в лабораторных, так и в полевых условиях для определения оптимальной толщины стенок пластмассовой трубы, отвечающей как экономическим, так и техническим требованиям. Борьба идет за каждую

десятую долю миллиметра. Еще недавно оптимальной для трубы диаметром 40 *мм* считалась толщина стенок 0,8 *мм*, а для трубы размером 50 *мм* — 0,9 *мм*.

При обследовании 450 дрен 5% из них было незначительно деформировано. Поэтому в конце 1965 г. было принято решение увеличить толщину стенок этих двух ходовых диаметров на 0,1 *мм*, то есть теперь эти трубы выпускают с толщиной стенок соответственно 0,9 и 1,0 *мм*. Голландские специалисты убеждены, что новый стандарт полностью исключит деформацию пластмассовых дрен.

Прочность трубы зависит не только от качества материала и толщины стенки, но и от количества отверстий.

Изготовлением пластмассовых дренажных труб занимаются пять фирм, но основным поставщиком служит фирма «Вавин». Она выпускает поливинилхлоридные трубы длиной 5 *м*, имеющие на одном конце расширение — раструб. Перфорация этих труб состоит из четырех рядов продольных щелей длиной 25 *мм* и шириной 0,6 *мм*. Опытами установлено, что края более длинных щелей соединяются. Ширина щели должна быть такой, чтобы вода могла поступить в дрену с наименьшей потерей напора, а частицы грунта не попадали в нее.

Количество щелей колеблется от 30 до 60 на 1 *пог. м*. В последнее время наилучшими признаны трубы с перфорацией из 40 щелей на 1 *пог. м*. Труба перфорируется непосредственно при выходе из экструдера с помощью четырех ротационных ножей, приближающихся попарно с противоположных сторон к трубе. Таким образом, в любом сечении нет больше двух прорезей.

В исследованиях, связанных с поиском новых дренажных материалов, голландские специалисты пришли к некоторым новым выводам, которые имеют одинаково важное значение как для пластмассового, так и для гончарного дренажа.

Действие дренажа не ограничивается только одной дренажной трубой. Эффект осушения обеспечивается всей средой, где происходит ускоренное движение воды к дрене. Эта среда состоит из самой дрены, фильтрующего материала и обратной засыпки. По мнению голландских специалистов, радиус этой эквипотенциальной среды, которую называют «районом подступа потока», равен примерно 15 *см* от оси дрены. Расстояние между дренами можно увеличить, если подобрать для каждого вида

грунта соответствующую комбинацию дренажных труб, фильтрующего материала и обратной засыпки. Очень важным фактором в этом комплексе является взаимодействие дрены и фильтрующего материала. Раньше в Нидерландах считали, что покрывающий стыки труб материал выполняет исключительно функции фильтра, не позволяющего мелким частицам грунта проникнуть в дрену. Опыты с поливинилхлоридными трубами и стекловолокном расширили понятие о взаимодействии этих материалов. Было установлено, что водозахватывающая способность дрены при одинаковой перфорации и диаметре значительно увеличилась после ее обертывания стекловолокном.

Применение нескольких слоев этого материала дало еще лучшие результаты.

Для изучения этого эффекта были проведены пьезометрические наблюдения в поле, а также исследования в лабораторных условиях.

Результаты исследований показывают, что покрывающий дрену материал снижает сопротивление входу воды в дрену.

Отводимая вода попадает в дрену через отверстия, площадь которых занимает незначительную часть всей поверхности дренажной трубы. Линии потока сходятся к этим отверстиям, что вызывает сопротивление входу воды в дрену.

Обернутое вокруг трубы стекловолокно принимает на себя радиальные линии потока, абсорбирует их и проводит воду по своим порам к отверстиям в дрене. Оно как будто увеличивает площадь отверстий в дренажной трубе. Чем толще и пористей материал, тем больше его проводимость. Поэтому в Нидерландах продолжаются поиски более эффективного фильтрующего материала. При этом не забывается и второе требование к этому материалу как фильтру.

До последнего времени в качестве фильтрующего материала использовали торфяную крошку. Она служит не только как фильтр и кондуктор, но также ввиду своей пористости снижает радиальное сопротивление в районе подступа потока, то есть в самой дренажной траншее.

Торф на стройплощадку обычно привозят в кипованном виде или в мешках. Его транспортировка по трассе и засыпка в траншею — очень трудоемкая работа.

Торфяная засыпка имеет еще и другие недостатки. Этот материал не гомогенный и может содержать частицы, блокирующие отверстия в дренах.

Торфяная засыпка прикрывает трубу только сверху и с боков, а снизу перфорация или стык остается неприкрытым. Кроме того, запасы торфа в Нидерландах довольно ограниченны. Засыпку дрен мелким гравием или крупным песком голландцы применяют только в исключительных условиях. Первые опыты со стекловатой не дали хороших результатов.

Поэтому в настоящее время в качестве фильтрующего материала широко применяют стекловолокно. Им ежегодно обертывают около 6,0 тыс. *км* дренажных труб, в том числе 2,5 тыс. *км* гончарных.

Пластмассовые трубы обертывают как на заводе, так и непосредственно при их укладке. В первом случае уменьшается расход стекловолокна, так как оно наматывается на трубу спирально с минимальной нахлесткой. Однако при транспортировке обмотка повреждается, из-за чего требуется специальная упаковка труб в полиэтиленовой пленке. Поэтому второй метод оказался более дешевым и предпочтительным.

Хотя в настоящее время более $^1/_3$ всех дренажных труб обертывают стекловолокном и во многих видах грунтов это дает хорошие результаты, голландские специалисты считают, что этот материал еще недостаточно изучен.

Стекловолокно не универсальный материал для покрытия дрен. В некоторых случаях поры стекловолокна забиваются мелкими частицами грунта (мелкозернистый песок, сильно разложившийся торф, ил). В этих грунтах стекловолокно применять не рекомендуется, так же как при осушении участков, где грунтовые воды содержат железистые соединения. Здесь, как и в слабопроницаемых грунтах, лучше применять гончарный дренаж с фильтрующим слоем из торфяной крошки.

В глинистых и суглинистых грунтах, где возможно обеспечить обратную засыпку структурным верхним слоем почвы, дренаж кладут вообще без фильтрующего материала.

В Нидерландах проводятся опыты по укладке дрен из непрерывной трубы. Такую трубу получают непосредственно на дренажной машине из поливинилхлоридной ленты, пропуская ее через трубоформирующее устрой-

ство. Лента сворачивается внахлестку, и ее края перфорируются в 2 ряда, образуя надежный шов. По прочности она не уступает трубам, изготовленным на заводе.

Преимущества непрерывного ленточного дренажа состоят в уменьшении транспортных расходов, а также в освобождении одного рабочего, занятого обычно на стыковании труб.

Бестраншейные дреноукладчики ГДР. В ГДР для бестраншейной закладки пластмассового дренажа изготовлены два типа машин — в Грейфсвальде и Веймаре.

Грейфсвальдский дреноукладчик (рис. 34) закладывает дрены из упругих пластмассовых лент толщиной 0,3 *мм*, из которых формируются дренажные трубы диаметром 25 *мм* с перфорированной нахлесткой, глубина заложения дрен до 0,8 *м*.

Веймарский дреноукладчик В-750 изготовлен в 1962 г. (рис. 35). По сведениям, полученным от немецких специалистов, эта машина позволяет закладывать дрены на глубину 1,3 *м* со скоростью до 1 *км/час*. Конструкция дреноукладчика В-750 позволяет закладывать дрены с заданным уклоном, который регулируется по визиркам, вручную. Ведется работа по созданию приспособления для автоматического регулирования уклона дрен. Машина прицепная, имеет ходовую раму, относительно которой с помощью гидравлики может перемещаться вертикально подвижная рама с ножом. Сзади ножа смонтирован узкий кожух, по которому пластмассовая лента опускается в грунт. На конце кожуха имеется формирующее устройство, с помощью которого пластмассовая лента сворачивается в трубку и края ленты соединяются между собой по принципу замка «молния». Вес машины 1200 *кг*, максимальная глубина закладки дрены (по паспорту) 1300 *мм*, рабочая скорость 4 *км/час*. Машина работает в агрегате с гусеничным трактором мощностью 60 *л. с.* Обслуживают машину два человека. Кроме рабочего органа для закладки пластмассового дренажа, машина снабжена сменным рабочим органом для закладки кротового дренажа.

Опыт Англии по бестраншейному строительству дренажа. Осушение большинства сельскохозяйственных земель в Англии является обязательным условием получения урожая. Болота на северо-востоке, в бассейне р. Уз, тяжелый механический состав почв на остальной части

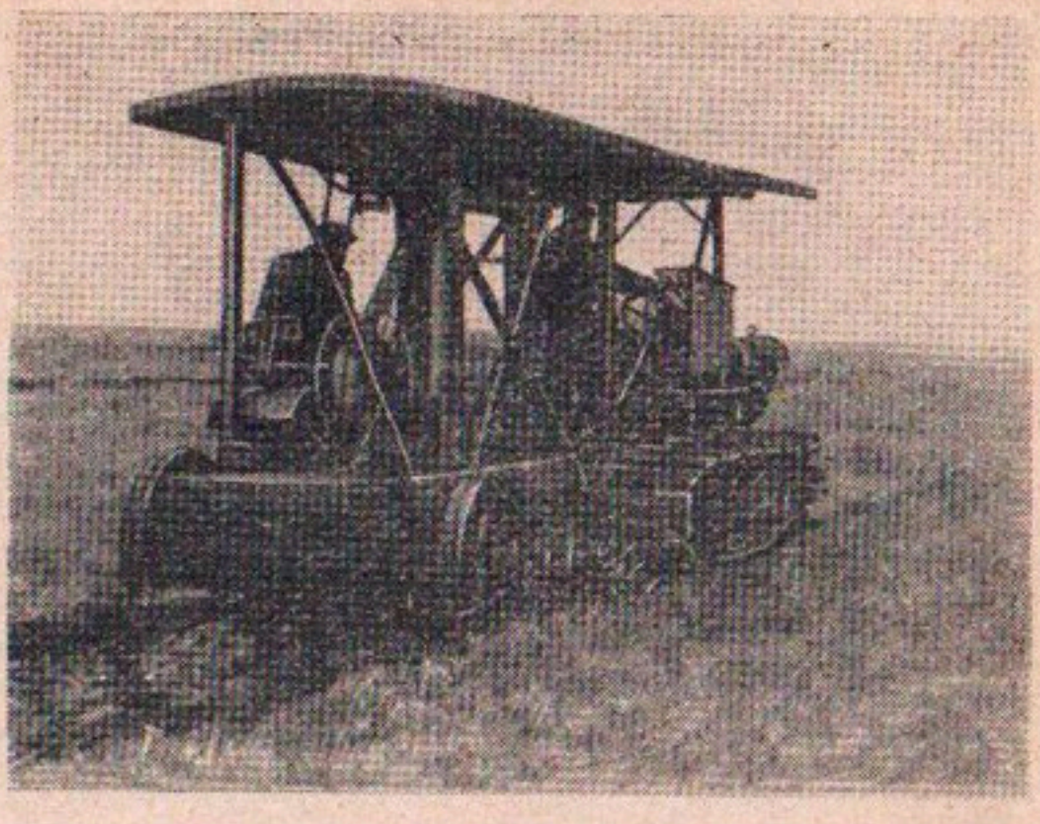


Рис. 34. Грейфсвальдский дреноукладчик.

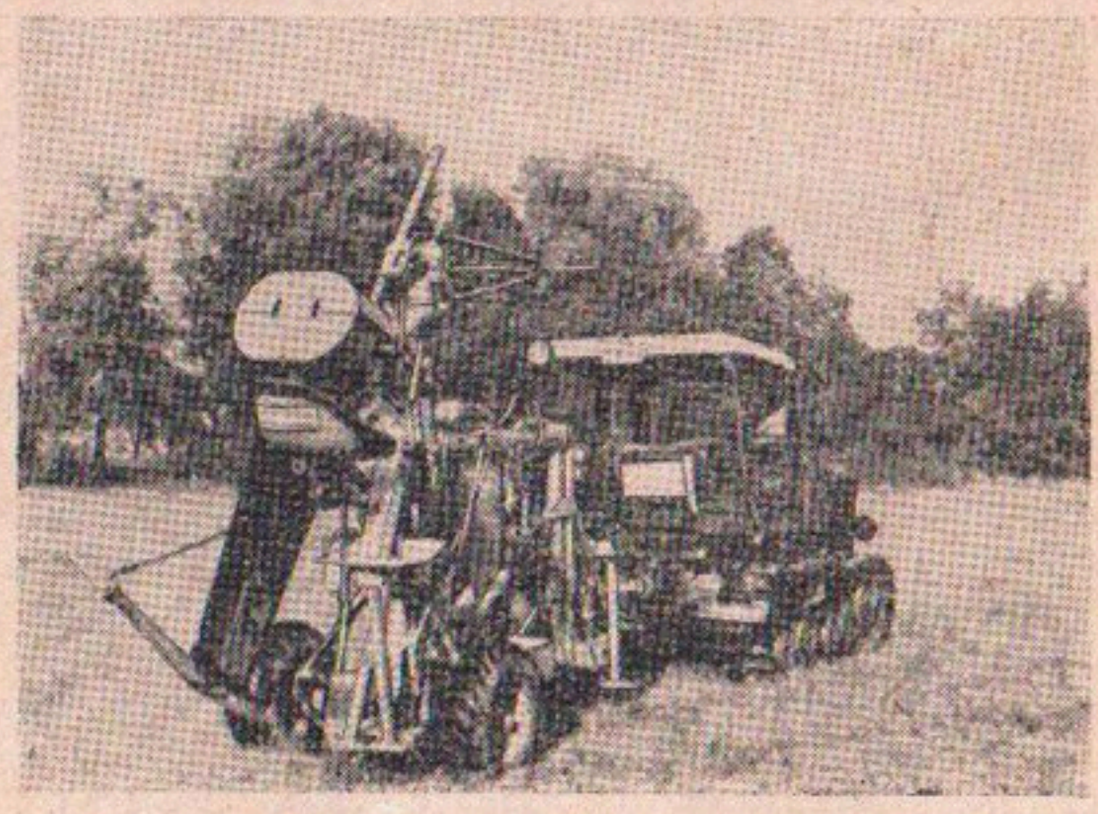


Рис. 35. Веймарский дреноукладчик В-750.

территории, обилие атмосферных осадков и неравномерное их распределение в течение года требуют применения осушительных мелиораций.

В настоящее время в стране насчитывается более 7 млн. *га* осушенных земель (35,9% всей площади сельскохозяйственных угодий), из них 3,5 млн. *га* пахотные земли (47,9% всей площади пашни) и 3,5 млн. *га* естественные сенокосы и пастбища.

По данным отдела дренирования земель Министерства сельского хозяйства, рыболовства и продовольствия, в Англии нет государственных технических условий и норм на проектирование, строительство и эксплуатацию осушительных систем. Глубину заложения дрен и расстояние между ними определяют на основании опыта специалистов. Для торфяных почв принимают глубину заложения дрен 1,2—1,6 *м*, а расстояние между дренами около 20 *м*; для минеральных грунтов — глубину 0,6—1,8 и расстояние между дренами от 3 до 22 *м*.

Наряду с гончарным дренажем в Англии начали применять пластмассовый дренаж, который закладывают как траншейным, так и бестраншейным способом. Над разработкой технологии строительства пластмассового дренажа работает несколько научно-исследовательских учреждений.

Опытная станция отдела дренирования земель Министерства разрабатывает технические требования к пластмассовым дренажным трубам, которые уже находят применение в практике строительства пластмассового дренажа*.

Национальный институт сельскохозяйственной техники разрабатывает машины для прокладки пластмассового дренажа. Дреноукладчик для минеральных почв (рис. 36) состоит из навесного кротового плуга и полого кожуха с бункером. Кротовый плуг при движении трактора проделывает в почве щель, по которой движется кожух с бункером. Во время движения на дно щели укладывается непрерывная пластмассовая труба, которая засыпается сверху через кожух фильтрующим материалом (гравием, шлаком). Бункер, из которого поступает фильтрующий материал в кожух, пополняют из движущейся рядом тележки с боковым транспортером.

---

* Разработанный станцией проект таких технических требований имеется в Министерстве мелиорации и водного хозяйства СССР.



Рис. 36. Дреноукладчик пластмассового дренажа с фильтрующей засыпкой для осушения тяжелых почв.

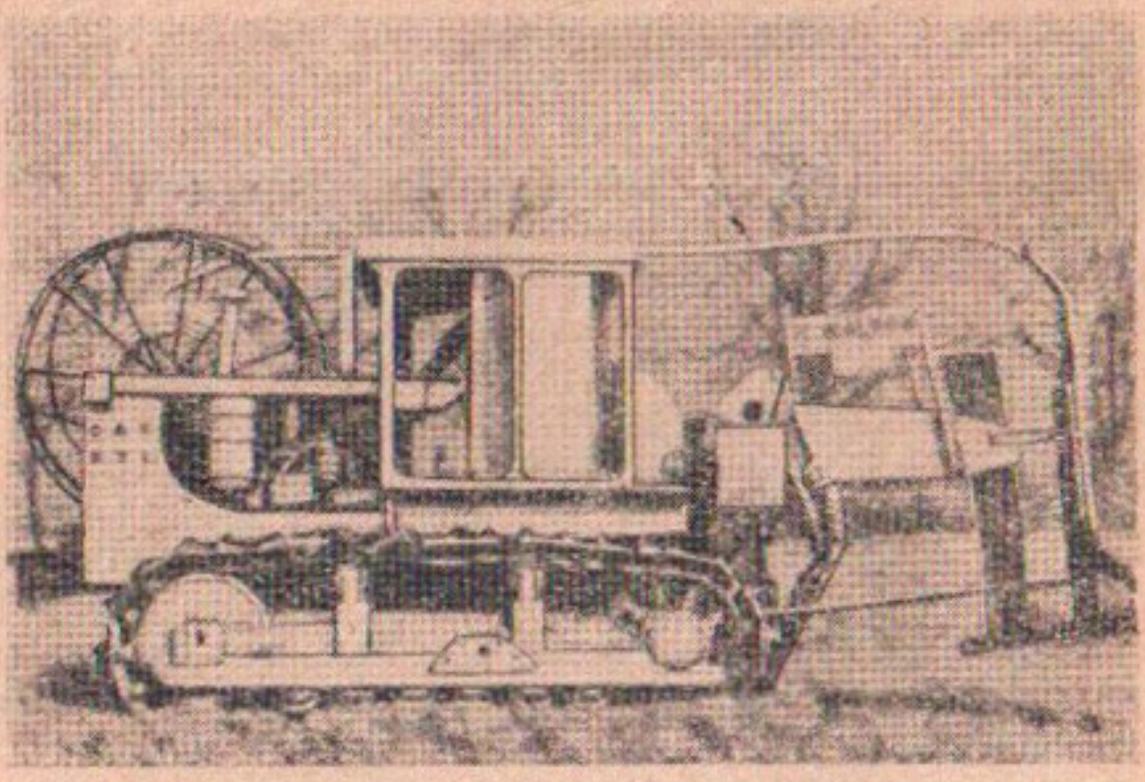


Рис. 37. Дреноукладчик пластмассового дренажа для осушения торфяных почв.

Дреноукладчик для торфяных почв (рис. 37) состоит из навесного кротового плуга типа «Критчли» и полого круглого кожуха, по которому опускается под землю непрерывная пластмассовая гофрированная труба диаметром 5 *см* с тремя рядами перфорационных щелей, изготовленная фирмой «Лимфлекс» из твердого полихлорвинила. Устье дренажных труб соединяется с открытым коллектором и закрепляется специальной асбестоцементной трубой с сеткой, смонтированной на выходе. Трубы очень легки — 200 *пог. м* труб весят 32 *кг*. Скорость укладки труб этим дреноукладчиком в чистых торфяниках, по сообщению английских специалистов, 4000 *пог. м* за смену, или 500 *пог. м* в час, что в 5 раз быстрее обычной укладки гончарных дрен. Расстояние между дренами (на глубоком торфянике) 20 *м*. При таком расстоянии между дренами производительность дреноукладчика при односменной работе составляет 8 *га* в смену, при двухсменной работе — до 20 *га* в день.

Институт сконструировал также дреноукладчик для закладки пластмассовых дрен из лент. Трубы формируются из двух лент и соединяются двойным замком типа «молния».

Модернизированный дреноукладчик гончарного и пластмассового трубчатого дренажа фирмы «Говард» имеет производительность около 100 *пог. м* в час.

Для исследования пластмассовых дрен в полевых условиях, а также для регулирования глубины закладки дрен бестраншейными дреноукладчиками в Англии применяют специальные приборы.

«Механическая мышь» — контрольно-измерительный прибор для измерения деформаций уложенных дренажных труб. Прибор состоит из специального стержня с головкой, на которой укреплены гибкие электрические датчики, позволяющие измерять деформации сечения пластмассовой трубы в четырех направлениях. Показания на счетчике прибора характеризуют изменения сечения или сохранность дренажной трубы по отдельным участкам. Прибор проталкивается по трубе с помощью жесткого кабеля (на рисунке 36 около кабины трактора виден такой кабель).

«Электролевел» — контрольно-измерительный прибор для определения фактических уклонов заложенных пластмассовых дрен. Он имеет цилиндр с подвижной жидкостью и с внутренними электрическими датчиками. Прибор по-

зволяет без раскопки дрен определять фактический их уклон по отдельным частям. Так же, как и «механическая мышь», он проталкивается по дрене с помощью жесткого кабеля.

Радиоприбор дистанционного управления служит для управления по радио рабочим органом дреноукладчика. Он состоит из командного устройства, расположенного около теодолита, установленного в стациональном положении на продолжении проектной оси дрены, и приемного устройства, смонтированного на тракторе. Командное устройство позволяет управлять электрогидравлической системой трактора на расстоянии: нивелировщик удерживает на визирной оси фиксированную точку на дреноукладчике во время его движения, регулируя подъем и опускание рабочего органа.

Дреномат-90. В Австрии сконструирована и изготовлена обществом «Альпентранспорт» в содружестве с профессором Янертом (ГДР) машина «Дреномат-90» для строительства пластмассового дренажа (рис. 38).

Она представляет собой модернизированный трелевочный тягач со смонтированным на нем бестраншейным дреноукладчиком.

На шасси машины установлен четырехцилиндровый четырехтактный двигатель мощностью 85 *л. с.* Скорость вращения коленчатого вала 2200 оборотов в минуту. Ко-

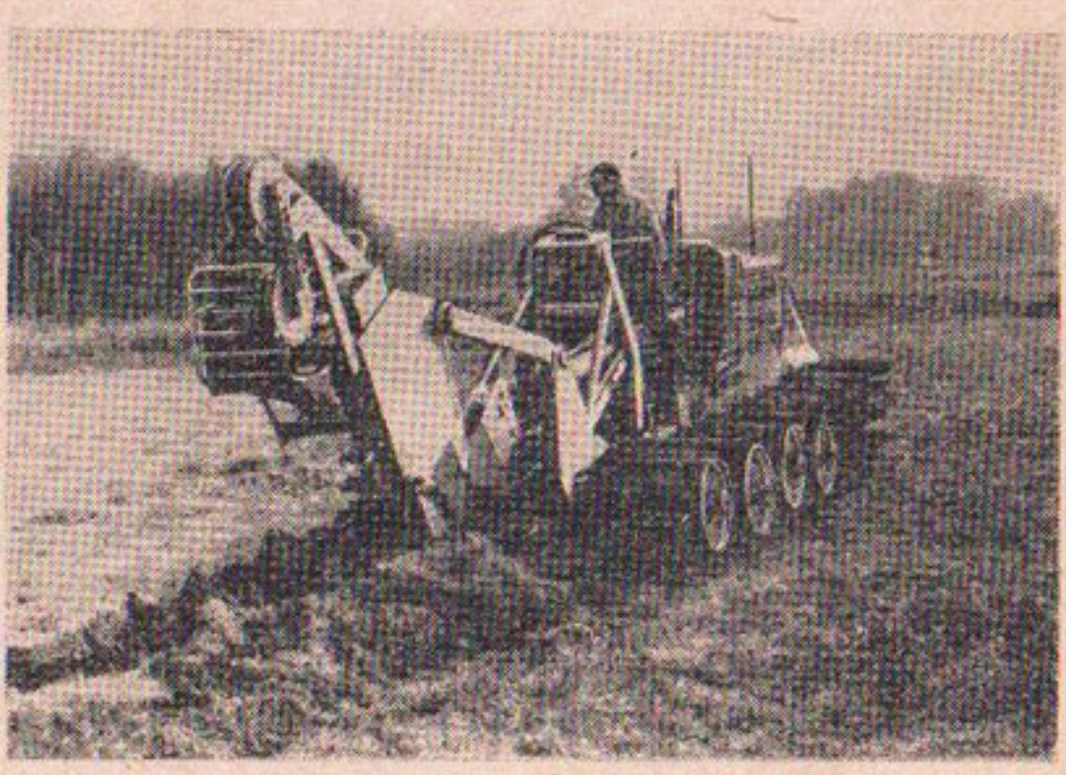


Рис. 38. Австрийский дреноукладчик «Дреномат-90».

робка передач — пятискоростная. Скорости движения по передачам (*км/час*): первая — 0,407, вторая — 0,74, третья — 1,32, четвертая — 2,25, пятая — 3,55 и задний ход — 0,407. Сцепление — однодисковое, сухое, постоянно замкнутое фирмы «Фихтель и Закс»). Тормоз — колодочный (диаметр тормозного барабана 230 *мм*), снабжен как ножным, так и ручным проводом. Ходовая часть: конструкция — рамная, колесный ход — опорные катки диаметром 550 *мм*. Валы опорных катков закреплены на раме без амортизатора. Ширина гусеничной цепи со звеньями 500 *мм*. Вес машины 6500 *кг*. Удельное давление на твердой почве 0,25 *кг/см*^{2}, при увязании на 10 *см* — 0,17 *кг/см*^{2}. Габаритные размеры: длина 4510 *мм*, ширина 2000 *мм*. Ширина колеи 1500 *мм*, дорожный просвет 320 *мм*.

Рабочий орган дреноукладчика — пассивный трубчатый плуг шириной 160 *мм* с гидравлическим управлением. Диаметр укладываемых труб 30—60 *мм*. Трубки формируются с перфорированной нахлесткой. Рабочие скорости машины 0,41 — 0,74 *км/час*, транспортная скорость 3,55 *км/час*. Вес дреноукладчика 1200—1500 *кг*. Обслуживающий персонал —3 человека. Габаритные размеры тягача с дреноукладчиком: длина 6010 *мм*, ширина 2000 *мм*. Заданный уклон дрен выдерживается по визиру.

Дреноукладчик является сменным рабочим органом и крепится к площадке тягача болтовыми соединениями.

Рабочий орган сварной конструкции из стали толщиной 25 *мм* предназначен для образования щели шириной 160 *мм* на глубину до 1,3—1,5 *м*. К передней части органа четырьмя болтами крепится нож, изготовленный из качественной стали. Трубчатый рабочий орган — пустотелый, внутри него проходит пластмассовая пленка. Внутри задней нижней части установлен трубоформирователь. Отверстие для его установки закрывается фланцем, закрепляемым болтами. Рама рабочего органа изготовлена из швеллеров, уголков и полосовой стали, скрепленных сваркой; к раме тягача крепится болтами. На раме смонтированы гидроцилиндры, кронштейны навески и опора.

Опора — сварной конструкции, изготовлена из швеллеров и поперечных уголков. Она предназначена для укладки рабочего органа в транспортное положение. Навеска параллелограммного типа состоит из двух тяг и соединительного кронштейна.

Дисковый нож, изготовленный из специальной стали, предназначен для разрезания верхнего слоя почвы, чтобы облегчить работу трубчатого плуга. Катушки для пластмассовой ленты изготовлены из листовой стали. Нижние катушки нужны при формировании коллекторных труб, которые изготовляются из двух лент. Прочность таких труб недостаточна. Вдоль задней стенки трубчатого плуга приварен кронштейн для крепления спускового кожуха. Спусковой кожух для засыпки щели над коллектором фильтрующим материалом изготовлен из листовой стали. Он состоит из двух съемных секций. Трубоформирователи — сменные, двух конструкций. С их помощью из пластмассовых лент формируются одношовные трубы осушителей диаметром 30 *мм* и двухшовные трубы диаметром 60 *мм*.

Подъем и опускание рабочего органа осуществляются с помощью гидроцилиндров. Уклон прокладываемой дрены контролируется по визирному устройству. Регулирующие устройства позволяют прокладывать дрены на трассах с неровностями до ±20 *см*. Отклонения от проектной трассы при демонстрации составили +4,5 и −5,5 *см*. После прохода дреноукладчика в земле образуется щель шириной около 16 *см*, которая впоследствии заделывается гусеницами тягача.

Работа машины была продемонстрирована в октябре 1964 г. в присутствии автора на лугу с тяжелыми глинистыми грунтами при высоте грунтовых вод около 1,2 *м*. Во время демонстрации машины было заложено 180 *пог. м* осушительных дрен на глубину 0,8—1,2 *м*. Мощность установленных на машине гидроцилиндров реально обеспечивает закладку дрен на глубину 0,8 *м*. Чтобы достигнуть проектной глубины 1,5 *м*, вес тягача надо увеличить до 7,5 *т* и установить более мощные гидроцилиндры. Машину обслуживали 3 человека: водитель, визировщик и рабочий. Вешки по трассам дрен устанавливали под руководством топографа.

Для проверки качества работы машины была вскрыта дрена, заложенная в феврале 1963 г. Она оказалась неповрежденной. Водоприемный шов находился у заложенной трубки снизу.

Как показали испытания, опытный образец дренажной машины (тип 90) способен закладывать пластмассовый дренаж в тяжелых грунтах. К основным недостаткам машины следует отнести малый диаметр дрены-осушителя,

Таблица 14

Бестраншейные дреноукладчики пластмассового дренажа

Марка или изготовитель	Страна	Тип присоединения к трактору	Максимальная глубина закладки дрен, *см*	Виды закладываемых дрен	Регулирование уклона	Надежность конструкции при работе на пнистых болотах
ДПБН-1,8	СССР	Навесной	1800	Из труб и лент: с упругоподжатой нахлесткой, перфорированной нахлесткой, замком „молния“	Автоматическое	Надежен
В-750	ГДР	Прицепной	1300	Из лент с замком „молния“	По визиркам	Не надежен
Грейфсвальдский	ГДР	Прицепной	800	Из лент с перфорированной нахлесткой	То же	Надежен
Дреномат-90	Австрия	Навесной	800	Из лент с перфорированной нахлесткой	„ „	То же
C. Walton LTD	Англия	Навесной	1200	Из труб	Автоматическое	Не надежен

недостаточную глубину ее закладки и отсутствие автоматического управления подъемом и заглублением рабочего органа.

* * *

Из приведенных сведений об опыте зарубежных стран по строительству пластмассового дренажа, полученных советскими специалистами во время пребывания в этих странах, вытекает следующее.

Пластмассовый дренаж в этих странах так же, как и в нашей стране, успешно развивается и внедряется в производство. Наряду с траншейным строительством ведется разработка и внедрение бестраншейного. В Англии, ГДР, Австрии и других странах созданы бестраншейные дреноукладчики (табл. 14), которые совершенствуются.

Дренажные трубы в основном изготовляют из твердого поливинилхлорида. Применяют как заводские трубы, так и формируемые из лент во время их укладки. Толщину стенок дренажных труб назначают от 0,3 до 1,0 *мм* при изготовлении труб из твердого ПВХ и 1,5 *мм* для труб из полиэтилена. Форму водоприемных отверстий принимают в виде продольной щели. Размеры водоприемных щелей различные: длина от 1 до 100 *мм* и ширина от 0,3 до 2 *мм;* количество их от 1 до 1600, при общей площади водоприемных отверстий от 4 до 24 $см^2$ на 1 *пог. м.*

Пластмассовый дренаж успешно конкурирует с гончарным.

ЛИТЕРАТУРА

1. Аверьянов С. Ф. Об осушении низинных болот. МГМИ, т. XIX, 1957.
2. Аверьянов С. Ф. Вопросы управления режимом грунтовых вод. МСХ СССР, 1958.
3. Аверьянов С. Ф. О расчете осушительного действия горизонтального дренажа в условиях напорного питания. Научные записки МИИВХ, т. XXII, 1960.
4. Антонов В. И. Механизация мелиоративных работ и применение пластмасс при строительстве закрытого дренажа в Мещерской низменности. Сб. механизация гидромелиоративных работ и использование пластмасс в гидромелиоративном строительстве, ВНИИГиМ, 1962.
5. Антонов В. И. Основное направление механизации строительства пластмассового дренажа. Сб. Механизация дорожностроительных и мелиоративных работ. Минск, 1965.
6. Антонов В. И. Опыт применения пластических масс в осушении. Сб. Всесоюзная научно-техническая конференция по применению полимеров в водном хозяйстве, М., 1965.
7. Антонов В. И. Богатство Мещеры служит народу. «Московский рабочий», 1965.
8. Антонов В. И. Пути усовершенствования мелиоративных систем. «Сельскохозяйственное производство нечерноземной зоны» № 8, 1966.
9. Антонов В. И. Пластмассовый дренаж. «Сельскохозяйственное производство Сибири и Дальнего Востока» № 11, 1966.
10. Антонов В. И., Головко Д. Г. Осушение земель закрытым дренажем и их освоение. Сельхозиздат, 1963.
11. Антонов В. И., Овцов Л. П. Пластмассы в мелиорации. «Сельскохозяйственное производство нечерноземной зоны» № 6, 1964.
12. Антонов В. И., Шрейдер В. А. Опыт применения дренажных трубок из пластмасс. «Гидротехника и мелиорация» № 8, 1961.
13. Антонов В. И., Шрейдер В. А. Применение пластмасс при мелиорации Мещерской низменности. «Пластические массы» № 2, 1963.
14. Архангельский Б. А. Пластические массы. Судпромгиз, 1961.
15. Ведерников В. В. Теория фильтрации и ее применение в области ирригации и дренажа, 1939.
16. Быков А. С., Данцин М. И., Зохин Г. И. Строительные материалы и изделия на основе синтетического сырья. Стройиздат, 1964.
17. Временные технические условия на строительство закрытого дренажа, МСХ РСФСР, 1963.

18. Временные технические условия на трубы напорные из полиэтилена низкой плотности (МРТУ 6 № М-821-61) и на трубы напорные из полиэтилена высокой плотности (МРТУ 6 № М-856-61), М., 1962.
19. Временные рекомендации по защите горизонтального трубчатого дренажа от заиления, Минск, 1965.
20. Временные рекомендации по проектированию и строительству горизонтального пластмассового дренажа, Минск, 1966.
21. Галочкина Г. С., Хренов В. И. Пластмассы в предприятиях торговли и общественного питания. Госторгиздат, 1961.
22. Данилова Г. В., Рыльков К. А. Полимеры и синтетические материалы в водном хозяйстве. «Гидротехника и мелиорация» № 7, 1963.
23. Зубец В. М. Содержание и ремонт осушительных систем, Минск, 1963.
24. Зубец В. М. Реконструкция гидромелиоративных систем, Минск, 1966.
25. Зубец В. М., Мурашко А. И. Борьба с заилением закрытого трубчатого дренажа. «Гидротехника и мелиорация» № 9, 1962.
26. Игнатенок Ф. И. Закрытый дренаж почв. «Колос», 1965.
27. Климко А. Пластмассы в мелиорации. «Сельскохозяйственное производство нечерноземной зоны» № 11, 1966.
28. Климков В. Т., Мурашко А. И. Некоторые проблемы пластмассового дренажа (по зарубежным материалам). «Мелиорация и использование осушенных земель», т. XIV, Минск, 1966.
29. Коваленко И. И. Применение пластмассового дренажа при осушении избыточно увлажненных земель. «Гидротехника и мелиорация» № 8, 1964.
30. Костяков А. Н. Основы мелиорации. Сельхозгиз, 1960.
31. Komplekso un vienibu izcenojumu krajums melioraija buvdarbiem hatvijas PSR. Riqa, 1961 qada.
32. Корсунский А. И., Левинский Л. Г., Тибилов Б. А. Строительные пластики. Стройиздат, 1962.
33. Кривоносов И. М. О работе закрытого дренажа. «Сельскохозяйственное производство нечерноземной зоны» № 11, 1966.
34. Кузнецов В. И., Никитин Б. В. Пластические массы и их основные физико-механические свойства, М., 1959.
35. Лифлянский В. Автомат для перфорации пластмассовых труб. «Сельскохозяйственное производство нечерноземной зоны» № 11, 1966.
36. Мурахтан В. П. Организация и комплексная механизация производства мелиоративных работ. Сельхозиздат, 1962.
37. Основные положения по проектированию закрытого дренажа в условиях Латвийской ССР, Рига, 1962.
38. H. T. Petersons. Melioracija Holande. 1966. «Lauku olrive», 1966 g. Nr. 4.
39. Пластмассовый дренаж. Госземводхоз СССР, 1964.
40. Polythene pipe for land drainage. Appilied plastic and Reinforced plastics Review. 1965, vol. 8, № 4.
41. Пославский В. В. Гиршкан С. А., Новиковский В. Э., Сокольская В. В. Применение пластмасс в ирригации, Ташкент, 1963.

42. Самборский Г. И., Фомичев В. И. Синтетические материалы — в промышленность. «Знание», 1964.
43. Сварка пластмасс. Машгиз, 1960.
44. Смирнов А. В. Осушение и освоение пойменных земель. Сельхозгиз, 1956.
45. Суслов Н. И. Замена металлов пластмассами. Машгиз, 1962.
46. Технические условия и нормы на проектирование осушительных систем. Министерство сельского хозяйства СССР, 1957.
47. J. Uiska. Drenaža. Latvijas valsts izdevnieciba. Riga, 1958.
48. Филлипов Ю. Г. Гибкие пластмассовые трубы в сельском хозяйстве за рубежом. «Гидротехника и мелиорация» № 7, 1957.
49. Цветков Л. А. Синтетические высокомолекулярные вещества. Учпедгиз, 1959.
50. Шилейка А. Пластмассовый дренаж при осушении земель в Литве. «Гидротехника и мелиорация» № 8, 1966.
51. Шкинкис Ц. Н., Смилга Г. и др. Об устройстве дренажа в плывунах. «Гидротехника и мелиорация в Латвийской ССР». Научно-технический сборник, т. V, Рига—Елгава, 1964.
52. Шрейдер В. А. Эффективность применения дренажных труб из пластмасс. «Экономика сельского хозяйства» № 2, 1962.
53. Шубладзе К. К. Применение пластических масс в водном хозяйстве. «Гидротехника и мелиорация» № 1, 1959.
54. Шубладзе К. К., Левановский Л. Б., Кокляков А. Ф. Основные вопросы мелиорации земель. «Гидротехника и мелиорация» № 11, 1961.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение 3
Глава 1. Полимерные материалы для дренажа 6
Общие понятия о полимерах 6
Синтетические смолы 9
Пластмассы 10
Свойства основных видов пластмасс, применяемых для дренажа 13
Глава 2. Пластмассовые дренажные трубы 23
Конструкции дренажных труб 23
Размеры дренажных труб 30
Водоприемные отверстия 31
Водоотводящая способность 33
Долговечность 34
Технические требования к дренажным трубам . 37
Глава 3. Строительство пластмассового дренажа . . . 40
Траншейное строительство 40
Бестраншейное строительство 50
Стоимость строительства 61
Работа пластмассовых дрен 63
Глава 4. Опыт прибалтийских республик по применению пластмассового дренажа 70
Опыт Литовской ССР 70
Опыт Латвийской ССР 78
Опыт Эстонской ССР 89
Глава 5. Из опыта зарубежных стран по строительству пластмассового дренажа 95
Литература 109

Антонов В. И.

ПЛАСТМАССОВЫЙ ДРЕНАЖ. М., «Колос», 1967.
112с.

УДК 631.62 : 626.862.3 : 678.5

Редактор *Г. В. Елизаветская*
Художник *Е. Г. Байтман*
Художественный редактор *З. П. Зубрилина*
Технические редакторы *Н. Н. Коптина* и *В. И. Просвирина*
Корректоры: *А. В. Пригарина* и *А. А. Якимова*

Сдано в набор 29/V 1967 г. Подписано к печати 31/VIII 1967 г. Т-11087. Формат 84×108$^{1}/_{32}$. Бумага тип. № 2. Печ. л. 3,5 (5,88). Уч.-изд. л. 5,69. Изд. № 94. Т. п. 1967 г. № 214. Тираж 6000 экз. Заказ № 3640. Цена 20 коп.

Издательство «Колос», Москва, К-31,
ул. Дзержинского, д. 1/19.

Областная типография Ивановского управления по печати,
г. Иваново, Типографская, 6.